

**ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN
USANDO EL MÉTODO CIP EN LA SECCIÓN DE LA TUBERÍA DE
TRANSPORTE DE LECHE PASTEURIZADA HASTA LAS ENVASADORAS EN
LA PLANTA PASTEURIZADORA SANTANDEREANA DE LECHE. LECHESAN
S.A.**

DEASY NATALI CÁCERES NÚÑEZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA
2010**

**ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN
USANDO EL MÉTODO CIP EN LA SECCIÓN DE LA TUBERÍA DE
TRANSPORTE DE LECHE PASTEURIZADA HASTA LAS ENVASADORAS EN
LA PLANTA PASTEURIZADORA SANTANDEREANA DE LECHE. LECHESAN
S.A.**

**Trabajo de grado para optar al título de
INGENIERA QUÍMICA**

DEASY NATALI CÁCERES NÚÑEZ

Director:

**ARLEX CHAVES GUERRERO
Ingeniero Químico**

Codirector:

**LUZ MILA TORRES ACUÑA
Ingeniera de Alimentos**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

2010

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios primero que todo, por la vida que nos da y por su bendición constante.

A la Universidad Industrial de Santander (UIS), por su formación integral y de calidad.

Al Ingeniero **ARLEX CHAVES GUERRERO**, por su constante apoyo, paciencia y sabiduría.

A la Empresa **LECHESAN S.A:** Al señor **HENRY GARCIA**, al Doctor **DIEGO ANAYA** y a la ingeniera **LUZ MILA TORRES**, por su paciencia, colaboración y sabiduría.

A mi familia, mi novio y mis amigos, por todo el apoyo brindado y por su incondicional.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. MARCO TEÓRICO	16
1.1 PROCESO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN USADO EN LA INDUSTRIA LECHERA.	16
1.2 TIPOS DE SUCIEDADES.	18
1.3 MÉTODOS DE LIMPIEZA.	18
1.3.1 Limpieza CIP.	19
1.4 VERIFICACIÓN DEL EFECTO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN.	20
1.5 FACTORES QUE AFECTAN LOS PROCESOS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN.	21
2. METODOLOGÍA	23
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PASTEURIZACIÓN DE LECHE EN LECHESAN S.A.	24
2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE L&D ACTUAL EN LECHESAN S.A.	25
2.2.1 Proceso de L&D de la planta pasteurizadora	25
2.2.1.1 Proceso de limpieza	25
2.2.1.2 Proceso de desinfección	26
2.2.2. Proceso de L&D actual realizado a partir de la tubería de transporte de leche pasteurizada hasta las envasadoras.	27
2.3 COMPARACIÓN ENTRE LOS PROCESOS DE L&D DE LECHESAN S.A Y EL REPORTADO POR LA LITERATURA (SECCIÓN 2).	27
2.4 EVALUACIÓN DEL PROCESO DE LIMPIEZA ALCALINA ACTUAL EN LA PLANTA PARA LA SODA CAUSTICA EN LA SECCIÓN ESTUDIADA.	29
2.4.1. Procedimiento para la soda caustica	29
2.5 EXPERIMENTOS CON AGENTES QUÍMICOS EN LA PLANTA.	30
2.5.1 Sustitución de la soda caustica por LACTY-CIP.	30
2.5.2 Adición de un aditivo para la soda caustica	32

3. ANÁLISIS DE DATOS EXPERIMENTALES.	33
3.1 ANÁLISIS DE COSTOS IMPLICADOS EN LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA.	34
3.2 ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE L&D USANDO LACTY CIP EN EL PROCESO DE LIMPIEZA.	36
4. CONCLUSIONES	39
RECOMENDACIONES	40
BIBLIOGRAFÍA	41
ANEXOS	43

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Grafica del crecimiento bacteriano sobre superficies solidas. a. Limpieza. b. Limpieza y desinfección. Tomado de referencia ^[12] .	17
Figura 2. Diagrama de la metodología utilizada.	23
Figura 3. Consumo de agua para diferentes soluciones limpiadoras.	33
Figura 4. Consumo de agua comparado con el tiempo de enjuague para cada una de las soluciones limpiadora.	34
Figura 5. Dimensiones y forma de los tanques auxiliares usados en la determinación del consumo de agua.	46

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tipos de suciedades en L&D.	18
Tabla 2. Diferencias de los procesos de L&D del método CIP.	28
Tabla 3. Ventajas y desventajas de la soda caustica en aplicaciones como limpiador.	29
Tabla 4. Costos involucrados en el proceso de limpieza a partir de la tubería de transporte de leche pasteurizada hasta las envasadoras.	35
Tabla 5. Instructivo actual del proceso de L&D desde la tubería de transporte de leche pasteurizada hasta las envasadoras usando LACTY CIP.	37

LISTADO DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1. DIAGRAMA DEL PROCESO DE PASTEURIZACIÓN DE LA LECHE HASTA SU ENVASADO DE LA PLANTA LECHE SAN S.A.	44
ANEXO 2. ESTÁNDARES DE LA LECHE CRUDA SEGÚN DECRETO 616/06.	45
ANEXO 3. VOLUMEN DE TANQUES AUXILIARLES USADOS EN LA PLANTA PASTEURIZADORA EN LA SECCIÓN DE LA TUBERÍA DE TRANSPORTE DE LECHE PASTEURIZADA HASTA LAS ENVASADORAS A, B, C, D Y E.	46
ANEXO 4. FICHA DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL DE LACTY-CIP.	48
ANEXO 5. GLOSARIO.	51

LISTA DE ABREVIATURAS

HCl	Ácido clorhídrico
HNO₃	Ácido nítrico
CIP	Clean in place
cm	Centímetro
cm²	Centímetro cuadrado
cm³	Centímetro cubico
g	gramo
°C	Grados centígrados
h	horas
L&D	Limpieza y desinfección
l	litros
Max.	Máximo
m³	Metro cubico
µm	micrómetros
ml	mililitro
Min.	Mínimo
min.	Minutos
% v/v	Porcentaje volumen - volumen
N	Normalidad
n* de UFC	Número de unidades formadoras de colonias
V_{HCl}	Volumen de ácido clorhídrico 1N
V_{NaOH}	Volumen de Hidróxido de sodio 1N
NaOH	Soda caustica
UFC	Unidades formadoras de colonias

RESUMEN

TITULO: ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN USANDO EL MÉTODO CIP EN LA SECCIÓN DE LA TUBERÍA DE TRANSPORTE DE LECHE PASTEURIZADA HASTA LAS ENVASADORAS EN LA PLANTA PASTEURIZADORA SANTANDEREANA DE LECHES. LECHESAN S.A.*

AUTOR: Deasy Natali Cáceres Núñez**

PALABRAS CLAVE: Limpieza, Desinfección, Pasteurización, CIP.

DESCRIPCIÓN

Actualmente la inocuidad de alimentos es de vital importancia y de gran responsabilidad para las empresas productoras, por lo tanto los diferentes métodos y procedimientos de manufactura deben establecer diseños que permitan tal objetivo. El Decreto 3075 de 1997 del Ministerio de Salud obliga a las empresas de alimentos a implementar y mantener el programa de limpieza y desinfección.

El proyecto fue realizado para evaluar productos sustitutos y/o aditivos para la soda caustica, que permitan reducir los costos de los materiales involucrados en el proceso de limpieza llevado a cabo mediante el método CIP. El trabajo solo abarca la sección de tubería entre el tanque de leche pasteurizada y las envasadoras.

Inicialmente se realizó un estudio de la planta de pasteurización para identificar las áreas, equipos y utensilios, también se catalogo el tipo de suciedad a eliminar y de acuerdo a ello se propusieron productos limpiadores y desinfectantes para el sistema de limpieza (CIP), el cual es usado por empresas que utilizan tuberías como medio de transporte para el desarrollo del producto, evitando el desarmado de piezas, tubería y equipos en el proceso de limpieza y desinfección.

Lechesan S.A, maneja sistemas de tuberías como medios de transporte con el fin de mejorar su sistema productivo, se establecen controles para el procedimiento y operación de este método de limpieza. Finalmente, se estandarizo el proceso de limpieza en el área de la tubería de transporte de leche pasteurizada del tanque N° 7 hasta las envasadoras A, B, C, D y E con el nuevo producto.

* Trabajo de grado.

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ing. Química. Director. Arlex Chaves Guerrero. Codirector. Luz Mila Torres. Universidad Industrial de Santander.

ABSTRACT

TITLE: STANDARDIZATION OF CLEANING AND DISINFECTION PROCESS USING THE CIP METHOD IN THE SECTION OF PIPELINE TO THE PACKAGING PASTEURIZED MILK PASTEURIZATION PLANT IN SANTANDER OF MILK. LECHESAN S.A.*

AUTHOR: Deasy Natali Cáceres Núñez**

KEY WORDS: Cleaning, Disinfection, Pasteurization, CIP.

DESCRIPTION

Currently, food safety is of paramount importance and great responsibility for manufacturers, so different manufacturing methods and procedures should provide designs that allow such purpose. Decree 3075 of 1997 of the Ministry of Health requires food companies to implement and maintain the program of cleaning and disinfection.

The Project was performed to evaluate substitute products and additives for the NaOH, which allow reducing the cost of the materials involved in the cleaning process carried out through the CIP method. The work just implies the pipeline section between the pasteurized milk tank and the packaging.

Initially, a study of the pasteurization plant to identify areas, equipment and utensils was performed, also was cataloged the type of dirt to remove, and according to it, was proposed cleaners for the cleaning system (CIP), which is used by companies that use pipelines as a means of transportation for product development, preventing disassembly of parts, piping and equipment in the process of cleaning and disinfection.

Lechesan S.A, operates pipeline systems as a means of transport so as to improve its production system, establishing controls for the procedure and operation of this cleaning method. Finally, the cleaning process was standardized in the pipeline area of transport of pasteurized milk from the tank N° 7 to the packagers A, B, C, D and E with the new product.

* Work degree.

** Faculty of Engineering Physicochemica. School of Chemical Engineering. Director. Arlex Chaves Guerrero. Codirector. Luz Mila Torres. Universidad Industrial de Santander.

INTRODUCCIÓN

En la industria de alimentos la limpieza y desinfección de los equipos de proceso es de vital importancia ya que esta directamente relacionado con la calidad de sus productos y con las condiciones higiénicas del proceso. Este trabajo fue enfocado a la optimización del método CIP (limpieza in situ) usado en el proceso de limpieza y desinfección (L&D) de la planta pasteurizadora de leche de Santander Lechesan S.A.

Por limpieza, se debe entender la remoción de residuos de materia prima y producto procesado de los equipos, pisos y paredes, conjuntamente con suciedad en general presente en la fábrica y algún tipo específico de incrustación. Mientras que por desinfección debe entenderse la reducción del número de microorganismos presentes en una superficie a un nivel aceptable y la eliminación de aquellos potencialmente patógenos. Con la acción combinada de estos dos procesos se obtiene la sanitización o higienización de la planta.

La optimización esta dirigida a la reducción de costos de los reactivos usados en el proceso de L&D en la limpieza alcalina. Para esto se planteó la sustitución del producto actual o la adición de un aditivo a la solución de NaOH usada actualmente. Permitiendo así, una reducción significativa del flujo de efluentes que posteriormente serán tratadas en la planta de tratamiento de aguas residuales.

Teniendo en cuenta que la necesidad de limpieza y desinfección en este tipo de industrias es exigente, este proceso debe ser realizado frecuentemente implicando un elevado consumo de detergentes, desinfectantes y agua generando una gran cantidad de efluentes. Con el fin de disminuirlos y no afectar sus características es

necesario buscar una solución para disminuir el elevado consumo de agua y de productos químicos.

El objetivo general de este trabajo fue la evaluación de un producto sustituto o aditivo para la soda caustica, que permitiera reducir los costos de los materiales involucrados en el proceso de limpieza y desinfección en la limpieza alcalina llevado a cabo mediante el método CIP. El trabajo solo abarca la sección de tubería entre el tanque de leche pasteurizada y las envasadoras.

Como objetivos específicos fueron planteados los siguientes puntos:

1. Comparación del procedimiento de L&D realizado por los operarios versus el procedimiento tradicional descrito en los manuales.
2. Identificación del producto sustituto o aditivo que optimice el proceso de L&D y que garantice la calidad de la leche.
3. Selección del producto a usar mediante pruebas experimentales.
4. Estandarización del proceso de L&D usando el producto seleccionado en el punto anterior y la actualización del manual del proceso de L&D.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 PROCESO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN USADO EN LA INDUSTRIA LECHERA.

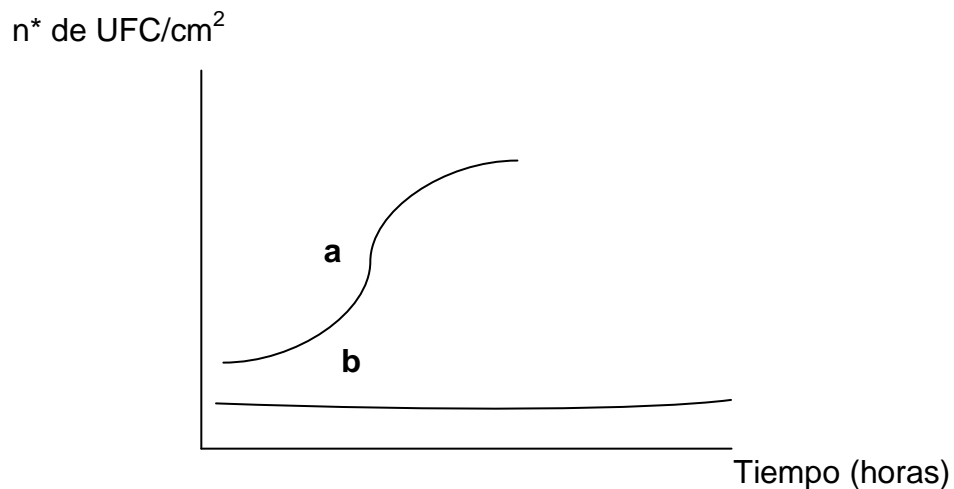
Una higienización eficaz comprende dos aspectos complementarios de igual importancia: limpieza y desinfección. La limpieza es la acción limpiadora ejercida por un detergente constituido por uno o varios componentes de acción tensoactiva. Microbiológicamente hablando, es una desinfección parcial por arrastre de los microorganismos y eliminación de capas de suciedad y materia orgánica ^[11]. Algunos de los factores que determinan la forma en que se debe realizar la limpieza son la naturaleza de la suciedad que se va a eliminar, el tipo y variedad de alimentos producidos, equipos empleados, calidad y dureza del agua de lavado, materiales y compuestos empleados para la limpieza ^[10].

Por otro lado la desinfección es el tratamiento físico, químico o biológico aplicado a las superficies limpias en contacto con el alimento. Esto con el fin de destruir las células vegetativas de los microorganismos y reducir sustancialmente el número de otros microorganismos indeseables sin que dicho tratamiento afecte adversamente la calidad e inocuidad del alimento ^[8]. Un proceso de limpieza y desinfección es sinónimo de una operación de higienización (sanitización) en cuanto a la efectividad microbiológica. Estos dos procesos son operaciones complementarias, que deben realizarse conjuntamente, consecutivamente o bien en forma independiente.

En la industria alimenticia la limpieza es un procedimiento fundamental que debe ser efectuado con precisión para que no resulte ineficaz. El propósito de la limpieza es la eliminación de restos de alimentos que quedan sobre las superficies, los cuales sirven de sustrato para el desarrollo microbiano y además

inhiben la acción de los desinfectantes que pueden ser inactivados por la materia orgánica ^[11]. Los residuos de leche están asociados al crecimiento bacteriano por lo que deben ser eliminados durante el proceso de limpieza. Para que el proceso de limpieza sea eficiente se debe proveer del tiempo suficiente para que el detergente actúe removiendo la suciedad. Paso seguido se debe llevar a cabo la limpieza bacteriológica a través de la desinfección.

Figura 1. Gráfica del crecimiento bacteriano sobre superficies sólidas. **a.** Limpieza. **b.** Limpieza y desinfección. Tomado de referencia ^[12].



La figura 1, muestra la importancia de llevar a cabo ambos procesos. La curva **a** describe el crecimiento bacteriano después de la limpieza como única medida ($UFC/cm^2 > 0$) mientras que la curva **b** muestra el crecimiento bacteriano después del proceso de higienización. Esto indica que es necesario realizar ambos procesos para mantener las superficies sólidas libres de un crecimiento bacteriano lo suficientemente grande para afectar la calidad de la leche.

1.2 TIPOS DE SUCIEDADES.

El proceso de limpieza y desinfección esta dirigido a remover diferentes tipos de suciedades presentes en plantas industriales como lo son grasas, proteínas, sales minerales y azúcares acumuladas en las tuberías y equipos usados en el proceso de pasteurización. Las grasas son eliminadas usando soluciones de detergentes alcalinos a temperaturas mayores que la del punto de fusión de la grasa. Las proteínas son las más difíciles de remover por lo que el proceso usado para su remoción depende de la naturaleza de la proteína, el grado de desnaturalización (producto del calor) y de las condiciones bajo las cuales se depósito la proteína sobre la superficie a limpiar. Estas son removidas usando productos altamente alcalinos ^[8]. Por otro lado las sales minerales son también difíciles de remover aunque en un menor grado que las proteínas. Los principales depósitos de sales minerales que se forman son las sales de magnesio, calcio, hierro y manganeso. Con el tiempo estos se convierten en corrosivos y el medio más eficaz para remover estos depósitos de sales es el uso de un detergente ácido. Por último los azúcares son solubles en agua y no presentan problema alguno para su remoción ^[9]. La tabla 1 presenta un resumen de los tipos de suciedad más importantes encontrados en el proceso de pasteurización de la leche.

Tabla 1. Tipos de suciedades en L&D.

SUCIEDAD	SOLUBILIDAD	REMOCIÓN	DETERGENTE
Proteína	Insoluble en agua	Muy difícil	Alcalino-Clorado
Grasa	Insoluble en agua	Difícil	Alcalino
Azúcar	Soluble en agua	Fácil	Alcalino
Sales minerales	Insoluble en agua	Difícil	Acido

1.3 MÉTODOS DE LIMPIEZA.

Dentro de los métodos de limpieza usados encontramos el método de limpieza manual que se aplica en superficies externas con ayuda de una acción mecánica

fuerte como el frotado o fregado con cepillo u otro elemento. Sin embargo esta técnica es cada día menos utilizada en la industria láctea. Otro método de limpieza es el de espuma o gel. Estos son productos los cuales son agregados al detergente con el fin de obtener un tiempo prolongado de contacto con la superficie. Sin embargo, el método que predomina es la limpieza CIP (limpieza in situ) cuyo objetivo es remover toda clase de suciedades presentes en la superficie. Esto se garantiza circulando soluciones químicas a través de las diferentes líneas de producción sin desarmarlas, eliminando así la mayor cantidad de residuos por diminutos que sean. Este método desempeña un papel importante en la inocuidad de la leche porque se encarga de reducir la carga microbiana y además permite realizar limpieza a una parte de la planta mientras las otras operan normalmente sin interrumpir ningún proceso ^[13]. Este método puede ser parcial o totalmente automatizado y requiere menor mano de obra que el sistema manual. De igual forma permite optimizar los consumos de agua, energía, tiempo y productos de limpieza.

1.3.1 Limpieza CIP. El método CIP en las industrias lácteas difiere según el circuito que vaya a ser limpiado. Se distinguen entre: **a)** Programas CIP para circuitos pasteurizadores y otros equipos con superficies calientes y **b)** Programas CIP para circuitos con redes de tuberías, tanques y otros equipos sin superficies calientes. Su diferencia principal radica en que la circulación de ácido se debe incluir siempre en el primer programa para eliminar las proteínas y sales incrustadas en las superficies de los equipos de tratamiento térmico. Un programa CIP para un circuito con pasterizador de componentes calientes, consiste en las siguientes etapas:

1. Enjuagado con agua a una temperatura inferior de 55°C durante 10 minutos.
2. Circulación de una solución de detergente alcalino (0,5-1,5% (v/v)) durante unos 30 minutos a temperatura de 75°C.

3. Enjuagado del detergente alcalino con agua a una temperatura inferior de 55°C durante aproximadamente 5 minutos.
4. Circulación de una solución de ácido nítrico (0,5-1% (v/v)) durante unos 20 minutos a temperatura de 70°C.
5. Enjuagado de solución ácida con agua a temperatura ambiente.
6. Enfriamiento gradual con agua fría durante 8 minutos.

En algunas plantas, tras el preenjuagado con agua, el sistema CIP se programa para comenzar con el detergente ácido para eliminar primero las sales precipitadas y romper así las capas de suciedad para facilitar la disolución de las proteínas mediante la solución alcalina que se aplica después.

El pasteurizador normalmente se desinfecta antes de comenzar producción, esto se suele hacer mediante la circulación de agua a temperatura entre 90-95°C durante 10-15 minutos después de que la temperatura sea al menos de 85°C ^[12]. Si se va hacer la desinfección con productos químicos clorados, existe el riesgo inminente de problemas de rápida corrosión si quedan restos en la superficie de detergente ácido. Entonces, cuando se comience con la limpieza alcalina y se finalice con la limpieza ácida tras un enjuagado intermedio con agua, la planta se debe rociar con una solución alcalina débil para neutralizar el ácido antes de realizar la desinfección con un agente químico clorado ^[12].

1.4 VERIFICACIÓN DEL EFECTO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN.

Es importante estar seguro de que el proceso de L&D se realizó correctamente con el fin de aplicar correctivos si fuese necesario. La verificación de éste se debe considerar como una parte esencial de las operaciones de limpieza y desinfección. Puede adoptar dos formas: inspección visual y bacteriológica. Debido al avance de la automatización, las líneas de proceso hoy en día son raramente visibles para inspección visual. Los resultados de la limpieza CIP se controlan normalmente

mediante cultivos de bacterias coliformes. Cuando se hacen pruebas de limpieza de una superficie, el criterio es encontrar menos de una bacteria coliforme por cada 100 mililitros de superficie controlada. Estas pruebas se pueden hacer sobre las superficies del equipo después de haberse realizado el programa CIP o en tanques y redes de tuberías, sobre todo cuando se detectan recuentos excesivamente altos de bacterias en el producto. Las muestras son tomadas a menudo del agua de enjuagado final o del primer producto que pasa a través de la línea después del proceso de limpieza y desinfección ^[12].

1.5 FACTORES QUE AFECTAN LOS PROCESOS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN.

En la industria de alimentos en procesos de L&D existen un conjunto de variables de tipo físico (tiempo, temperatura, concentración y pH), la dureza del agua y el tipo de agente limpiador que deben controlarse para asegurar la reproducibilidad de un buen procedimiento de limpieza. El agua blanda es la que debe ser utilizada en el lavado de tubería y equipos de una industria de alimentos. Los compuestos alcalinos de las soluciones limpiadoras suavizan el agua precipitando los iones de calcio y magnesio en forma de sales insolubles e hidróxidos ^[9].

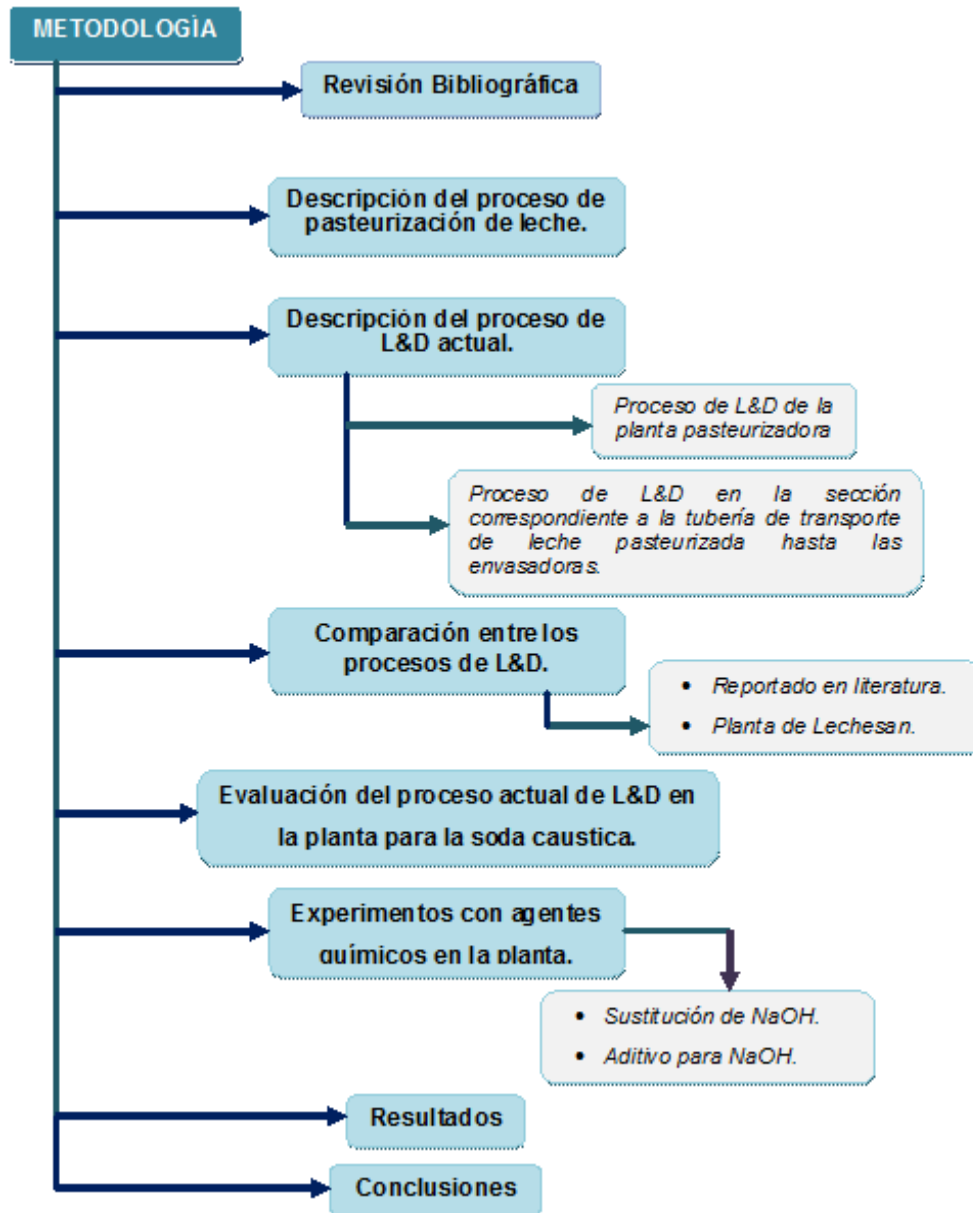
Por otro parte los agentes limpiadores y desinfectantes deben poseer ciertas características esperadas en las soluciones limpiadoras como poder humectante para entrar en contacto con la superficie a ser lavada, poder emulsificante para formar emulsión con la grasa, poder disolvente para disolver las proteínas, poder dispersante para romper la partículas de suciedad, poder germicida para destruir los microorganismos presentes, poder penetrante para entrar a la película láctea que se forma en la superficie del equipo, poder suavizante del agua, baja toxicidad para los humanos, acción no corrosiva, nula formación de espuma, fácil de enjuagar y económico ^[9, 10]. Las sustancias químicas comúnmente usadas en

industrias lecheras pueden ser agrupadas en: detergentes alcalinos, empleados por su idoneidad para disolver restos sólidos y por su capacidad emulsificadora, pueden ser cáusticos o no cáusticos; el más conocido es el Hidróxido de Sodio o soda cáustica (NaOH). Detergentes ácidos, utilizados para eliminar incrustaciones y restos inorgánicos tales como precipitados causados por depósitos minerales. Detergentes surfactantes (tensoactivos) que modifican la tensión superficial del agua mejorando de ésta manera la disolución y el poder penetrante de los demás productos químicos. Detergentes secuestrantes que se combinan con los iones de calcio y magnesio del agua evitando su precipitación durante las operaciones de limpieza y previniendo la formación de espuma ^[1,4].

2. METODOLOGÍA

La figura 2 describe en forma esquematizada la metodología usada para el desarrollo del proyecto. Explicación detallada es dada a lo largo de este capítulo.

Figura 2. Diagrama de la metodología utilizada.



2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PASTEURIZACIÓN DE LECHE EN LECHESAN S.A.

En el anexo 1 se ilustra el proceso de pasteurización de leche desde su recepción “leche cruda” hasta el proceso de empaque “leche pasteurizada envasada”. El proceso inicia con la recepción de leche cruda en tanques de almacenamiento los cuales se mantiene a una temperatura de 4°C aproximadamente. En este punto se toma una muestra para análisis de laboratorio físico-químico donde se determina su densidad, pH, acidez, contenido de grasas y adicionalmente se hace un análisis microbiológico de la leche (ver anexo 2).

El primer tratamiento al cual la leche es sometida es la termización o precalentamiento por medio de un intercambiador de calor. En esta etapa la temperatura es aumentada hasta 65°C durante aproximadamente 15 segundos con el fin de facilitar la extracción de la grasa en el separador centrífugo. A continuación, y debido a que la leche tiene un contenido de grasa variable, es sometida a un proceso de estandarización. Esta operación permite ajustar su contenido en grasas en el separador centrífugo según el decreto 616/06, a un valor mínimo de 3% de grasa ^[2, 12]. Después de completadas las etapas anteriores, la leche es sometida a un proceso de homogenización con el propósito de romper los glóbulos grasos y disminuir su tamaño permitiendo que los glóbulos de grasa más pequeños se dispersen uniformemente en la leche, evitando así la formación de una capa de nata en la superficie. Por último se realiza el proceso de pasteurización a una temperatura de 75°C, para luego ser almacenada a una temperatura entre 2 y 4°C en el tanque de leche pasteurizada (tanque 7). A partir de este punto la leche es enviada a las envasadoras para ser envasadas en bolsas de polietileno de baja densidad en diferentes referencias ^[3, 14].

2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE L&D ACTUAL EN LECHESAN S.A.

A continuación se describe el proceso de L&D que actualmente es realizado en la planta. Este ha sido dividido en dos partes: 1).Proceso de L&D de la planta pasteurizadora y 2).Proceso de L&D desde la tubería de transporte de leche pasteurizada hasta las envasadoras.

2.2.1 Proceso de L&D de la planta pasteurizadora. El proceso de limpieza y desinfección de la planta pasteurizadora de leche después de terminar el proceso de producción es explicado en detalle a continuación:

2.2.1.1 Proceso de limpieza: Se ejecuta diariamente después de finalizar cada producción, la cual consiste en los siguientes pasos:

- Se enjuaga el circuito con agua fría (empuje de leche) realizando aproximadamente tres descargas a través del separador centrífugo.
- Se prepara una solución limpiadora mezclando 18 litros de soda cáustica a una concentración de 48-50% (v/v) con 400 litros de agua, en el tanque de balance del pasteurizador, resultando así una concentración de soda 2-2.5%. Posteriormente la temperatura de la solución es elevada hasta alcanzar 75°C.
- La concentración de la solución limpiadora es verificada a través de titulación con HCl 1N.
- Se recircula la solución limpiadora a través del sistema.
- La solución recirculada es posteriormente descargada a través del separador centrífugo programando descargas periódicas en intervalos de 5 minutos.
- Enjuagar con agua para eliminar la soda del circuito.
- Para verificar que la solución de soda ha sido removida se adicionan unas gotas de fenolftaleína a una muestra de agua en la toma muestras del pasteurizador. Si se observa coloración rosada indica que todavía existe solución limpiadora en el circuito. Y por consiguiente el enjuague debe ser por

5 minutos más.

- Repetir la operación anterior hasta que las muestras de agua no indiquen coloración rosada.
- Se prepara una solución ácida mezclando 12 litros de ácido nítrico con 400 litros de agua en el tanque de balance del pasteurizador, resultando así una concentración de 1-1.5% de ácido. Luego la temperatura de la solución es incrementada hasta 65°C aproximadamente.
- Se verifica que la concentración de la solución ácida se encuentre en un rango de 1-1.5% (v/v) por titulación con hidróxido de sodio a una concentración 0,1N.
- Se recircula la solución limpiadora ácida.
- La solución ácida recirculada es descargada a través del separador centrífugo programando 4 descargas periódicas cada 5 minutos.
- Se enjuaga la solución limpiadora ácida circulando agua fría.
- Para verificar que el proceso de enjuague en el paso anterior se ha completado, se adicionan gotas de fenolftaleína a una muestra de agua en la toma muestras del pasterizador y se adiciona una gota de NaOH 0.1 N. Si la muestra cambia a rosado ya está libre de ácido de lo contrario se debe seguir con el enjuague.

Nota: El caudal utilizado para este proceso de L&D ha sido determinado siendo de aproximadamente 12.000 l/h.

2.2.1.2 Proceso de desinfección: Se realiza después de terminar la limpieza, se prepara una solución de ácido peracético o hipoclorito de sodio (se alternan cada semana) y se deja inundada la línea de producción que consta de pasteurizador, separador centrífugo, homogenizador y tubería de conducción al tanque de leche pasteurizada (hasta el otro día) por un periodo de aproximadamente 12 horas. Al iniciar la producción se enjuaga con agua fría, donde después de terminado esté se verifica la ausencia de desinfectante por inspección visual y análisis microbiológico. Y luego se recircula agua caliente hasta alcanzar una temperatura

entre 85-90°C por un tiempo de 20 min. Pasado este tiempo se deja enfriar la línea de producción y se procede a la nueva producción de leche pasteurizada.

2.2.2. Proceso de L&D actual realizado a partir de la tubería de transporte de leche pasteurizada hasta las envasadoras. El procedimiento de Limpieza CIP a partir de la tubería de transporte de leche pasteurizada hasta las envasadoras tiene determinados unos pasos y tiempos que deben ser cumplidos estrictamente como se ilustra en los instructivos de la empresa ^[20], de no ser así se corre el riesgo de tener un mal lavado en la línea y tener problemas de contaminación del producto.

El proceso de limpieza y desinfección de la sección que comprende desde la tubería del tanque de leche pasteurizada (tanque 7) hasta las envasadoras es análogo al que se realiza desde el pasteurizador hasta la tubería de conducción del tanque 7 ^[20], con la excepción que la concentración de soda caustica y ácido es menor para la solución limpiadora y que no se realizan descargas periódicas.

2.3 COMPARACIÓN ENTRE LOS PROCESOS DE L&D DE LECHESAN S.A Y EL REPORTADO POR LA LITERATURA (SECCIÓN 2).

El proceso de limpieza y desinfección esta estrechamente relacionado con el método CIP, utilizado actualmente en las industrias alimenticias. Como fue mencionado antes, su ventaja respecto a otros métodos consiste en que permite la circulación de soluciones limpiadoras y desinfectantes en tuberías y equipos (línea de producción) sin desarmar, permitiendo así efectuar el proceso de L&D a una parte de la planta mientras el resto opera normalmente.

En Lechesan el método CIP para limpieza y desinfección aplica para un circuito con pasterizador de componentes calientes. A continuación se presenta una tabla

con las diferencias entre los procesos de L&D reportados por la literatura y el actual aplicado en la planta de Lechesan:

Tabla 2. Diferencias de los procesos de L&D del método CIP.

ACTUAL EN LECHESAN	REPORTE DE LITERATURA ^[12]
<p style="text-align: center;"><u>LIMPIEZA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Enjuague con agua a una temperatura ambiente por un tiempo de 15 min. • Circulación de solución alcalina a una concentración de soda de 2-2,5% durante 20 min, a 75°C. • Enjuague de solución alcalina con agua a temperatura ambiente. • Circulación de solución ácida a una concentración de 1-1,5% por 15 min aprox. 60-65°C. • Enjuague de solución ácida con agua a temperatura ambiente. <p style="text-align: center;"><u>DESINFECCIÓN</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Desinfección con una solución química con hipoclorito y/o ácido peracético (se alternan). • Se enjuaga circulando agua a temperatura entre 85-90°C durante 20 min. 	<p style="text-align: center;"><u>LIMPIEZA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Enjuague con agua a temperatura < 55°C por un tiempo de 10 min. • Circulación de solución alcalina a una concentración de 0,5-1,5% durante 30 min, a 75°C. • Enjuague de solución alcalina con agua a temperatura <55°C. • Circulación de solución ácida a una concentración 0,5-1% durante 20 min entre 65-70°C. • Enjuague de solución {ácida con agua a temperatura ambiente. <p style="text-align: center;"><u>DESINFECCIÓN</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Desinfección con una solución química con hipoclorito, yodados o ácido peracético. • Se enjuaga circulando agua a temperatura entre 90-95°C durante 10-15 min.

De la comparación anterior se puede observar que el efecto de disminuir el tiempo de recirculado de la solución alcalina ha sido balanceado con una mayor concentración de la solución limpiadora. Mientras que en el proceso de desinfección se observa que la temperatura del agua de enjuague es aproximadamente 10°C menor a la reportada en la literatura, pero ha sido aumentado el tiempo de enjuague por 10 minutos más. De todos modos, al final el proceso de limpieza es verificado por inspección visual y análisis microbiológico lo que garantiza la efectividad del proceso. En este procedimiento se circula primero la solución alcalina usando soda caústica con el fin de eliminar las grasas o residuos de leche adheridas a la superficie de la línea de producción. Por otro lado el incremento de la temperatura facilita el desprendimiento de estos residuos, los cuales son fraccionados y dispersados en la solución de limpieza permitiendo así su eliminación a través del enjuague. Posteriormente se circula una solución ácida usando ácido nítrico con el fin de eliminar incrustaciones y precipitados causados

por depósitos minerales. Por último, después de finalizada la limpieza se desinfecta con ácido peracético o hipoclorito de sodio con el propósito de destruir todo tipo de microorganismos presentes en la línea de producción de la leche, el cual es enjuagado con agua al iniciar el proceso de producción. El proceso de L&D es realizado por operarios capacitados en seguridad industrial y con conocimientos en mantenimiento industrial. Ellos son los responsables de cualquier falla higiénica que se presente en este proceso.

2.4 EVALUACIÓN DEL PROCESO DE LIMPIEZA ALCALINA ACTUAL EN LA PLANTA PARA LA SODA CAUSTICA EN LA SECCIÓN ESTUDIADA.

Actualmente se emplea como agente de limpieza la soda caustica o Hidróxido de Sodio (NaOH), el cual es altamente alcalino, muy soluble en agua, empleado a una concentración de 2-2,5% (v/v). En la Tabla 3, se mencionan algunas de las ventajas y desventajas de la soda caustica en su uso como limpiador:

Tabla 3. Ventajas y desventajas de la soda caustica en aplicaciones como limpiador.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Es muy económico. ▪ Puede ser reutilizado en lavado de pisos. ▪ A alta temperatura tiene buen poder detergente. ▪ Solubiliza la materia orgánica. ▪ Posee ligera acción bactericida. ▪ Se puede mezclar con otros compuesto alcalinos (aditivos, cloro) aumentando su poder detergente. ▪ Usado para retirar suciedades fuertes. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Es muy agresivo por lo que no se puede utilizar en aseo manual. ▪ Difícil de enjuagar (alto consumo de agua). ▪ Requiere aumento de temperatura para solubilizar proteínas. ▪ Es corrosivo ▪ Afecta el pH de las aguas residuales. ▪ El manejo y almacenamiento es riesgoso.

2.4.1. Procedimiento para la soda caustica. En la planta se evaluó el proceso de limpieza para la soda caustica como agente limpiador en la sección de la tubería de transporte de leche pasteurizada hasta las envasadoras. Para este fin, se determinó la cantidad de agua consumida y el tiempo empleado durante el enjuague de la solución limpiadora. Además fue revisado que los pasos señalados

para la verificación del proceso de limpieza realizado por el personal, estuviera de acuerdo al descrito en el manual de limpieza de la empresa.

Para llevar a cabo el procedimiento de limpieza alcalina se midió, en el tanque auxiliar de leche pasteurizada (tanque 7) 400 litros de agua. Esta fue calentada hasta una temperatura de 75°C y entonces se le adicionaron 14 litros de soda cáustica. Esta solución se agitó aplicando vapor por 5 minutos. Luego de este procedimiento se verificó la concentración de soda cáustica de la solución limpiadora por titulación con solución de HCl 1N. Ya que la concentración de soda se encontraba entre 2-2.5% (v/v), se recirculó la soda cáustica por 20 minutos a una temperatura de 75°C. Posteriormente se enjuagó a temperatura ambiente por un tiempo de 25 minutos empleando un volumen total de 3484 litros de agua. Este volumen fue calculado de acuerdo a los tanques auxiliares del tanque 7 y las envasadoras (Ver anexo 3). Posteriormente se verificó el enjuague mediante inspección visual con indicador de fenolftaleína y midiendo su pH igual a 7.3, valor que se encuentra dentro de los parámetros de la resolución ^[19].

2.5 EXPERIMENTOS CON AGENTES QUÍMICOS EN LA PLANTA.

En virtud de los objetivos se plantea como un posible solución para disminuir el consumo de agua en el proceso de L&D, en la limpieza alcalina la sustitución de la solución de soda cáustica (NaOH) por un producto comercial y/o la adición de un aditivo a la solución de soda cáustica. Para verificar la conveniencia y efectividad de estas posibles soluciones se realizaron los siguientes experimentos.

2.5.1 Sustitución de la soda cáustica por LACTY-CIP. Se empleó LACTY-CIP como agente de limpieza. Este producto fue diseñado para procesos de limpieza CIP en la industria láctea y es manufacturado por la empresa TECNAS S.A. Es usado para reemplazar la soda cáustica y contiene propiedades de enjuagabilidad que reducen considerablemente el uso de agua para el enjuague según el

fabricante. En el anexo 4 se muestra la información de propiedades fisicoquímicas y hoja de seguridad del producto. En la planta se realizaron tres pruebas con LACTY-CIP a partir de la sección de tubería de transporte de leche pasteurizada del tanque 7 hasta las envasadoras A, B, C, D y E con el fin de verificar la disminución en el consumo de agua y el tiempo de enjuague.

Primera prueba: La solución limpiadora fue preparada mezclando 400 litros de agua a una temperatura de 75°C con 8 litros del agente limpiador LACTY-CIP al 2%. Luego, se agitó esta solución con vapor por 5 minutos y se llevó a una temperatura de 85°C. Se verificó la concentración de soda presente en la solución limpiadora por titulación con HCl 1N, obteniendo una concentración de 1% (v/v) de NaOH. Obtenido el valor de la concentración (> 0.5 %), se circuló por 20 minutos desde la tubería de transporte de leche pasteurizada hasta las envasadoras A, B, C, D y E. Posteriormente se enjuagó con agua a temperatura ambiente hasta eliminar la solución limpiadora. Resultando así un consumo de 3484 litros de agua y un tiempo de enjuague de 25 minutos. El enjuague se verificó por inspección visual con indicador de fenolftaleína tomando muestras de agua en forma consecutiva en la tubería de salida de las envasadoras y tubería de salida del tanque de leche pasteurizada (tanque 7).

Segunda prueba: El proceso de limpieza en esta prueba sigue el mismo procedimiento que la prueba anterior, su diferencia radica en el uso del volumen de 6.5 litros de LACTY CIP al 1.5% con la misma cantidad de agua (400 litros) para preparar la solución limpiadora. Siguiendo el procedimiento anterior resultó una concentración de soda igual a 0.87% (v/v). En el enjuague el consumo de agua fue reducido a 2768 litros y 20 minutos de enjuague. En esta prueba la verificación del enjuague se realizó por inspección visual con indicador de fenolftaleína y análisis microbiológico por la técnica de filtración por membranas según estándares microbiológicos del agua ^[14,19]. También se midió el pH de la

última muestra de enjuague siendo de 7.6, valor permitido según estándares fisicoquímicos de la resolución 2115/07 ^[19].

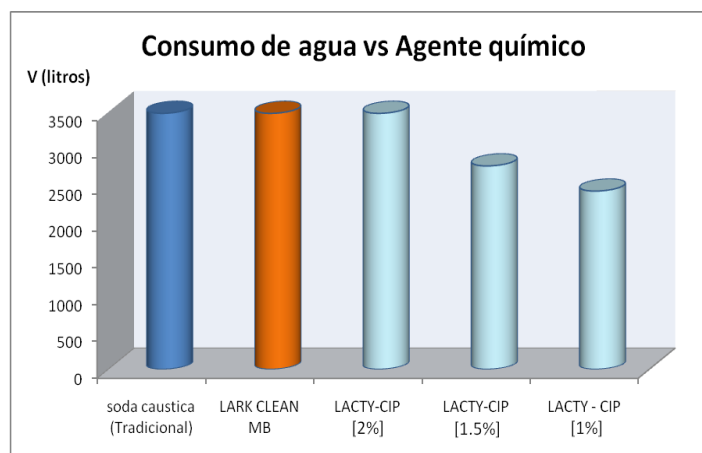
Tercera prueba: Se siguió el mismo proceso de limpieza que la primera prueba, se utilizó un volumen de 6 litros de LACTY CIP al 1% con la misma cantidad de agua (400 litros) para preparar la solución limpiadora. Siguiendo el procedimiento de la primera prueba resultó una concentración de soda igual a 0.8% (v/v). En el enjuague el consumo de agua fue 2426 litros, con un tiempo de enjuague igual a 15 minutos. La verificación del enjuague se realizó igual que en la segunda prueba, reportando resultados de acuerdo con los estándares microbiológicos del agua ^[19].

2.5.2 Adición de un aditivo para la soda caustica. Se empleó como aditivo para la soda caustica un producto comercial llamado LARK CLEAN MB fabricado por la empresa LARKIN LTDA, el cual se adiciona a la soda caustica concentrada (50% (v/v)). La solución limpiadora fue preparada mezclando 400 litros de agua a una temperatura de 70°C con 18 litros de soda caustica y 3 litros de LARK CLEAN MB. Luego se agitó esta solución con vapor y se llevó a una temperatura de 75°C. Se determinó la concentración de soda en la solución por titulación con HCl 1N, obteniendo una concentración de 2.5 % (v/v) de NaOH. Posteriormente se circuló esta solución limpiadora por un tiempo de 20 min. Inmediatamente se enjuagó en un tiempo de 25 minutos con un consumo de agua de 3484 litros. El cual se verificó por inspección visual con indicador de fenolftaleína.

3. ANÁLISIS DE DATOS EXPERIMENTALES.

De acuerdo a las pruebas realizadas y descritas en la sección anterior se obtuvo la siguiente información de acuerdo al consumo de agua para cada una de las pruebas:

Figura 3. Consumo de agua para diferentes soluciones limpiadoras.

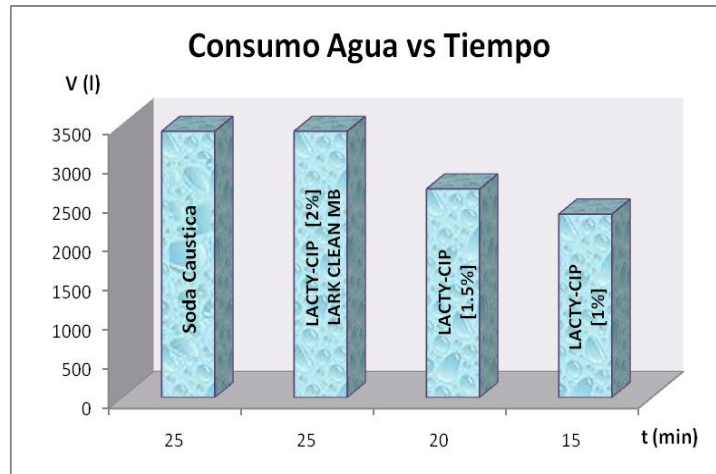


Como se puede observar en la figura 3, el tratamiento hecho usando la solución de soda caustica y aditivo LARK CLEAN MB no muestra efecto alguno en la reducción del consumo de agua. Sin embargo, es necesario realizar mas pruebas que puedan permitir dar una conclusión definitiva acerca de la utilidad del aditivo para disminuir el consumo de agua.

En contraste al caso anterior las pruebas experimentales realizadas usando el producto LACTY CIP muestran efectos favorables en el consumo de agua. Específicamente la solución de LACTY CIP al 1% (v/v) mostro un ahorro de 1058 litros de agua (prueba 3), mientras que la solución con una concentración de 1.5% (v/v) en volumen mostro una reducción de 716 litros de agua (prueba 2).

Otro beneficio que se debe resaltar es que el tiempo de enjuague y por ende el tiempo del proceso de limpieza fue reducido aproximadamente en un 40% como se puede ver en la figura 4.

Figura 4. Consumo de agua comparado con el tiempo de enjuague para cada una de las soluciones limpiadora.



El tiempo normal de enjuague en la planta para limpieza CIP con soda caustica es de 25 minutos con un consumo de agua de 3484 litros. Para la limpieza con el aditivo se empleó el mismo tiempo de enjuague que se gasta en la limpieza actual en Lechesan S.A, en cambio para la prueba 3 con LACTY-CIP se obtuvo el menor tiempo de enjuague siendo este de 15 minutos con un consumo de 2426 litros de agua, lo que implica menor consumo de agua en el proceso de limpieza.

3.1 ANÁLISIS DE COSTOS IMPLICADOS EN LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA.

A continuación se presenta una tabla de costos para los diferentes agentes químicos experimentados en la planta y el tradicional realizados en el área de la tubería de transporte de leche a las envasadoras.

Tabla 4. Costos involucrados en el proceso de limpieza a partir de la tubería de transporte de leche pasteurizada hasta las envasadoras.

AGENTE QUÍMICO	CONSUMO AGUA (l)	COSTO AGUA (\$/l)	COSTO TOTAL AGUA (\$)	CONSUMO AG. QUÍMICO (l)	COSTO AGENTE QUÍMICO (\$/l)	COSTO TOTAL AG. QUIMICO (\$)	COSTO TOTAL LIMPIEZA ALCALINA (\$)
Soda caustica	3484	1,234	4299,256	14	1700	23800	28099,256
LARK CLEAN MB + NaOH	3484	1,234	4299,256	3 LC.MB + 14 NaOH	6920	39460	43759,256
LACTY CIP (P1)	3484	1,234	4299,256	8	4300	34400	38699,256
LACTY CIP (P2)	2768	1,234	3415,712	6,5	4300	27950	31365,712
LACTY CIP (P3)	2426	1,234	2993,684	6	4300	25800	28793,684

La tabla 4, muestra que el costo diario del proceso de limpieza para la sección estudiada usando el proceso tradicional con soda caustica es de \$28.099 pesos. Por otro lado el costo incurrido en este mismo proceso usando el aditivo LARK CLEAN MB es de \$ 43.759 pesos. Este mayor costo es debido a que no se redujo el consumo de agua sin embargo se debe incluir el costo del aditivo. Esto nos permite descartar esta opción ya que incrementa el costo del proceso de limpieza en \$ 15.660 pesos sin reducir el consumo de agua. Debe ser claro sin embargo que esta conclusión no es definitiva ya que desafortunadamente no se pudo realizar un número de pruebas necesarias para dar una conclusión definitiva.

Por otro lado, las pruebas realizadas con el producto LACTY CIP muestran que bajo las condiciones de la prueba 3 se puede obtener una disminución del consumo de agua y tiempo de enjuague, aún cuando el costo diario de limpieza se incrementa en \$ 694 pesos diarios. Este incremento es debido al mayor costo de LACTY CIP en comparación al costo de la soda caustica. Además, desde el punto de vista ambiental es también más ventajoso usar LACTY CIP ya que es de carácter biodegradable y adicionalmente requiere una menor concentración del producto (0.8%) frente a la concentración necesaria de NaOH (2.5%) para obtener

iguales resultados en el proceso de limpieza. Estas últimas ventajas sumadas al menor costo del consumo de agua también representan un impacto beneficioso importante representado en una menor carga de desechos para la planta de tratamiento de aguas residuales que se debe evaluar económicamente.

3.2 ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE L&D USANDO LACTY CIP EN EL PROCESO DE LIMPIEZA.

De acuerdo a los resultados obtenidos en las pruebas realizadas en la planta de Lechesan S.A se presenta el procedimiento desarrollado para la limpieza CIP empleando como agente químico LACTY CIP y entregado a la planta.

En la figura 6 se ilustra el proceso de limpieza en el área de la tubería de transporte de leche pasteurizada del tanque N° 7 hasta las envasadoras A, B, C, D y E con LACTY CIP.

Tabla 5. Instructivo actual del proceso de L&D desde la tubería de transporte de leche pasteurizada hasta las envasadoras usando LACTY CIP.

ÁREA	Tubería de transporte de leche pasteurizada del tanque N°7 hasta las envasadoras A, B, C, D y E.			
TIPO DE SUCIEDAD	Residuos de leche, incrustaciones y precipitados.			
MÉTODO	CIP			
PROCESO	TIEMPO	AGENTE QUÍMICO	FRECUENCIA	
<p align="center"><u>LIMPIEZA:</u></p> <p>Limpieza alcalina:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Instalar mangueras a boquillas envasadoras y a flautas 2. Remover los residuos de leche con agua a temperatura ambiente. 3. Preparar en el tanque auxiliar solución limpiadora: <ul style="list-style-type: none"> • Medir en el tanque auxiliar 400 litros. • Calentar el agua hasta una temperatura de 75°C • Adicionar 6 litros de LACTY CIP. • Agitar la solución. 4. Aplicar vapor a la solución hasta una temperatura de 85°C. Comprobando la temperatura con termómetro. 5. Tomar y llevar muestra al laboratorio para comprobar concentración. 6. Bombear la solución y dejar circular por todo el circuito. 7. Enjuagar con agua a temperatura ambiente en flujo continuo. 8. Tomar muestra y llevar al laboratorio para verificar ausencia de LACTY CIP, si el resultado es negativo repetir numeral 7. 	<p align="center">5-10 min</p> <p align="center">5 min</p> <p align="center">20 min</p> <p align="center">15 min</p>	<p>LACTY CIP 0.8% (v/v) Temp. 85°C</p>	<p>Después de finalizar producción.</p>	
<p>Limpieza acida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Preparar en el tanque auxiliar solución de ácido nítrico. 2. Calentar la solución de ácido entre 60-65°C comprobando la temperatura con termómetro. 3. Llevar muestra al laboratorio para comprobar concentración. 4. Bombear la solución y dejar circular por todo el circuito. 5. Enjuagar con agua fría a flujo continuo. 6. Tomar muestra y llevar al laboratorio para verificar ausencia de ácido, si el resultado es negativo repetir numeral 6. 	<p align="center">20 min</p> <p align="center">20 min</p>	<p>ÁCIDO NÍTRICO 1-1.5% (v/v) Temp. 60-65°C</p>	<p>Terminada la limpieza alcalina.</p>	

ÁREA	Tubería de transporte de leche pasteurizada del tanque N°7 hasta las envasadoras A, B, C, D y E.			
TIPO DE SUCIEDAD	Residuos de leche, incrustaciones y precipitados.			
MÉTODO	CIP			
PROCESO		TIEMPO	AGENTE QUÍMICO	FRECUENCIA
<p align="center"><u>DESINFECCIÓN:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Preparar en el tanque auxiliar solución desinfectante. 2. Llevar muestra al laboratorio para comprobar concentración. 3. Bombear y verificar que toda la tubería quede inundada de solución desinfectante. 4. Dejar actuar la solución. 5. Enjuagar con agua a temperatura ambiente. 6. Tomar muestra y llevar al laboratorio para verificar ausencia de desinfectante, si el resultado es negativo repetir numeral 6. 7. Desinfectar circulando agua a temperatura entre 85-90°C. 		<p>24 horas 10 min.</p> <p>20 min.</p>	<p align="center"> ÁCIDO PERACETICO. O HIPOCLORITO DE SODIO Temp. Amb. </p>	<p>Después de finalizar la limpieza.</p> <p>Al iniciar producción.</p>

4. CONCLUSIONES

A partir de las pruebas realizadas para evaluar las condiciones de uso del producto LACTY CIP, fue obtenido que el valor de concentración de esta solución debe ser de 0.8% (v/v). Con la cual se redujo el consumo de agua de enjuague en un 30.4% y el tiempo del mismo en un 40%.

Se debe tener en cuenta que el aumento de 694 pesos/diarios puede disminuir puesto que en los costos de la tabla 4 no se tuvo en cuenta la disminución de gastos en el tiempo del proceso de limpieza y el menor costo en el tratamiento de aguas residuales.

Es importante resaltar que el nuevo producto tiene menor impacto ambiental en comparación con la soda caustica debido a que es de carácter biodegradable.

Se estandarizó el proceso de limpieza en el área de la tubería de transporte de leche pasteurizada del tanque N° 7 hasta las envasadoras A, B, C, D y E con el nuevo producto.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un nuevo estudio para determinar la conveniencia de usar el producto LACTY CIP en toda la línea de producción. Esto teniendo en cuenta los buenos resultados obtenidos por el estudio realizado en la sección que comprende desde la tubería de transporte de leche pasteurizada hasta las envasadoras.

Se recomienda tener un estricto control de dos variables, como los son la temperatura y el tiempo de circulación de la solución limpiadora. Ya que afectan el proceso de L&D causando daños en el producto terminado de la planta pasteurizadora.

Teniendo en cuenta que el método para la verificación del enjuague esta basado en medidas de pH. Se recomienda estudiar la posibilidad de implementar un medidor de pH en la tubería de modo que se pueda verificar en tiempo real el instante en el cual el proceso de enjuagado es completo. Esto evitaría consumos extras de agua y tiempo en el proceso de limpieza.

Se debe llevar a cabo un estudio para verificar el efecto de implementar el nuevo producto en toda la línea de producción sobre las descargas realizadas en la planta de tratamiento de aguas residuales.

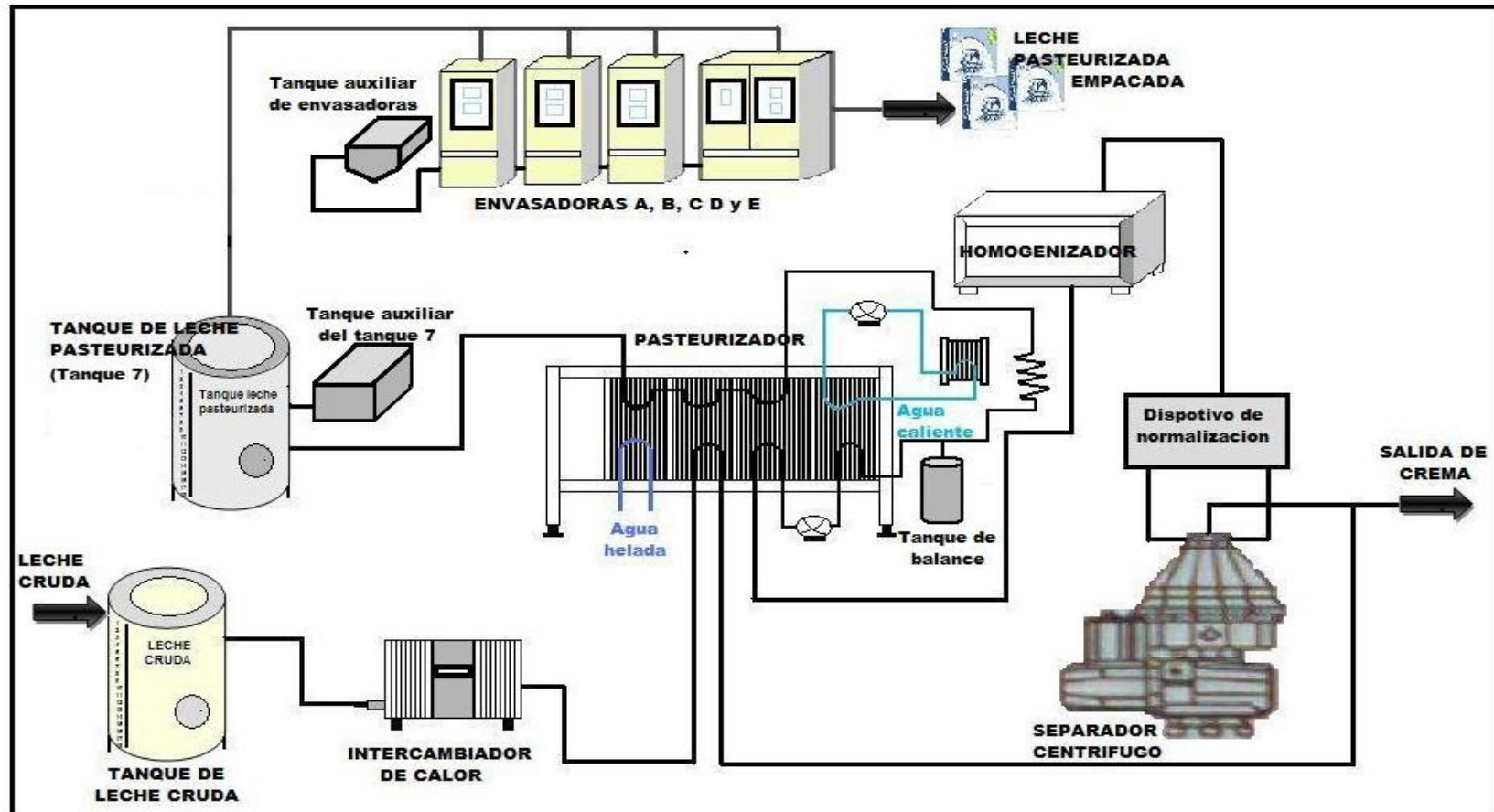
BIBLIOGRAFÍA

1. Guías de preparación de detergentes, desinfectantes y otras sustancias de limpieza, de Lechesan S.A.
2. García Garibay, R. Biotecnología Alimentaria. 1^{ra} Edición. Editorial Limusa. México 1993. Pág.: 24-31.
3. Gallardo, M. Porque Baja la Grasa en la Leche. EEA. RAFAELA-INTA. Venezuela 2003. Disponible en:
http://rafaela.inta.gov.ar/proy_nac_lecheria/grasa_%20primavera.htm
4. Fichas técnicas de sustancias utilizadas en la limpieza y la desinfección.
5. Del Pino, R.2. Fundamentos de la desinfección. Mississippi State University, E.U.2002. Disponible en:
<http://www.angelfire.com/scifi/raydlpino/desinfeccion.html>
6. Instructivos de operaciones de limpieza y desinfección de equipos de la empresa Lechesan S.A.
7. Stewart, Jesse y Dale, Seiberling. "Clean in place" Revista Chemical Engineerring. United States of America vol. 103 No 1, 1996.
8. Nuffield, Foundation by Penguin Books. Química avanzada de Nuffield, Ciencia de la alimentación. Editorial Reverté S.A. 1984. Pág.: 65-66.
9. Revilla, A. Tecnología de la leche. Procesamiento, manufactura y análisis. Disponible en:
http://books.google.com/books?id=miAPAQAIAAJ&pg=PP5&hl=es&source=gbs_selected_pages&cad=3#v=onepage&q=&f=false.

10. Martínez, B. El manejo higiénico de alimentos, Guía para la obtención del Distintivo H. Editorial Limusa Noriega, 2004. Pág.: 74-77.
11. Puig Durán, J.F. Ingeniería, autocontrol y auditoria de la higiene en la industria alimentaria. Editorial Aedos S.A, 1999. Pág.: 63-65.
12. López Gómez A. Manual de industrias de lácteas. Capitulo 21, 2003. Pág.: 409-41
13. IDF, "Design and use of CIP systems in the dairy industry", Bull. Int. Dairy Fed. 117., 5-76 (1979).
14. Instructivo para análisis de agua por técnica de filtración por membrana/ Área de garantía de calidad de Lechesan S.A.
15. Judkins, H.; Keener, H. La leche, su producción y procesos industriales. 11va Edición. Editorial Continental S. A. México 1984. Pág.: 270-277
16. Foster, E. Microbiología de la leche. Editorial Herrero, S. A. México 1994. Pág.: 165-172
17. Decreto 616 del 28 de febrero de 2006 del ministerio de protección social de la República de Colombia.
18. Boscán, L. A. Guías Prácticas del Laboratorio de Industrias Lácteas. 11va Edición. Editorial FCV-LUZ. 1983. Pág.: 75-81
19. Resolución 2115 del 2007 del ministerio de protección social de la República de Colombia.
20. Instructivo del proceso de limpieza y desinfección de la planta general/ Área de garantía de calidad de Lechesan S.A.

ANEXOS

ANEXO 1. DIAGRAMA DEL PROCESO DE PASTEURIZACIÓN DE LA LECHE HASTA SU ENVASADO DE LA PLANTA LECHE SAN S.A.



ANEXO 2. ESTÁNDARES DE LA LECHE CRUDA SEGÚN DECRETO 616/06.

Estándares microbiológicos

Requisitos microbiológicos decreto 616/06				
Requisitos	n	M	M	C
UFC coliformes totales/ml	3	< 1	10	1
UFC coliformes fecales/ml	3	< 1	-	0
Recuento de mesofilos	3	40.000	80.000	1

n= numero de muestras a examinar.

m= índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.

M= índice máximo para identificar nivel aceptable de calidad.

C= numero de muestras permitidas con resultados entre m Y M.

Estándares fisicoquímicos

Estándares fisicoquímicos según decreto 616/06.		
Análisis	Estándar	Parámetros de la norma
Densidad 15/15°C g/ml	1.030 – 1.0325	1.030 – 1.033
Acidez (acido láctico % m/v)	0.14 – 0.16	0.13 – 0.17
Grasa % m/v	Min. 3.0	Min. 3.0
Índice crioscópico	- 0.535 - - 0.545	- 0.550 - - 0.530
pH	6.5 – 6.75	
Sólidos totales % m/m	11.30	11.30 Min.
Temperaturas °C	2 – 5 °C	

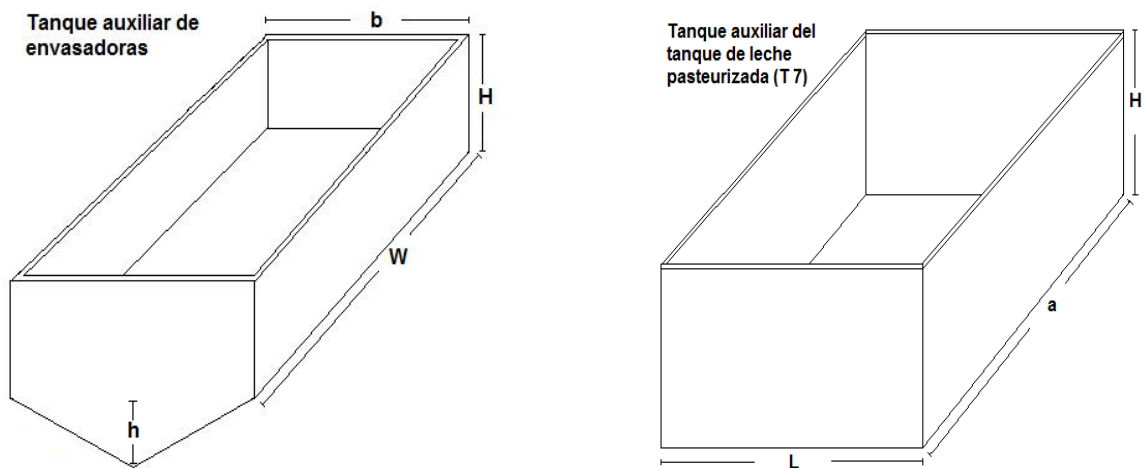
Estándares organolépticos

Estándares organolépticos según decreto 616/06.	
Análisis	Estándar
Color	Blanco amarillento
Olor	Libre de olores extraños
Sabor	Libre de sabores extraños
Apariencia	Ausencia de partículas extrañas.

ANEXO 3. VOLUMEN DE TANQUES AUXILIARES USADOS EN LA PLANTA PASTEURIZADORA EN LA SECCIÓN DE LA TUBERÍA DE TRANSPORTE DE LECHE PASTEURIZADA HASTA LAS ENVASADORAS A, B, C, D Y E.

Para determinar el consumo de agua en el proceso de enjuague en las diferentes pruebas realizadas, se usó el tanque auxiliar del tanque de leche pasteurizada (tanque 7) y el tanque auxiliar de las envasadoras. Además, el tanque auxiliar del tanque 7 fue usado para la preparación de las diferentes soluciones limpiadoras usadas en las pruebas experimentadas. Antes de esto se tomaron las dimensiones de cada uno para poder determinar su volumen exacto. La forma y las dimensiones son mostradas en la figura 6.

Figura 5. Dimensiones y forma de los tanques auxiliares usados en la determinación del consumo de agua.



Dimensiones del tanque auxiliar de las envasadoras:

$$H = 35 \text{ cm} \quad W = 129 \text{ cm} \quad b = 69 \text{ cm} \quad h = 7 \text{ cm}$$
$$V = 342300 \text{ cm}^3 = 342,3 \text{ litros}$$

Dimensiones del tanque auxiliar del tanque de leche pasteurizada:

L= 120 cm a= 98 cm H= 90 cm

V = 1058400 cm³ = 1058,4 litros

ANEXO 4. FICHA DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL DE LACTY-CIP.

PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS

Aspecto físico:	líquido
Color:	café oscuro
Olor:	ninguno
Ebullición:	hna.
Congelación:	no determinado
Solubilidad en agua:	completa
pH(1% v/v):	12.50-13.00
Gravedad específica:	1.480-1.520
Presión de vapor:	no determinada
Densidad de vapor:	>1
Grado de evaporación:	<1

PARÁMETROS DE MEDICIÓN DE LA INFLAMABILIDAD

Punto flash: no aplica

Medios de extinción: agua, dióxido de carbono, polvo químico seco, espuma.

Procedimientos especiales: siempre que combata el fuego vista traje provisto de su propio suministro de aire.

Riesgos asociados al fuego: liberación de gases de dióxido y monóxido de carbono (tóxicos) durante la combustión.

REACTIVIDAD

Estabilidad: este producto es estable a condiciones normales de almacenamiento.

Riesgo de polimerización: este producto no se polimeriza en condiciones de almacenaje y uso.

Materiales incompatibles: ácidos, aminos o alcanosaminas, metales anfotéricos (aluminio, cobre, estaño) así como agua u otras sustancias que estén calientes.

Productos descomposición: entrar en contacto con ácido o durante descomposición hay reacción fuerte y genera calor.

EFFECTOS POTENCIALES CONTRA LA SALUD

Ruta de entrada: inhalación / contacto con piel / contacto con ojos / ingestión.

Inhalación aguda / crónica: los ingredientes de este producto son tóxicos al inhalarse.

Contacto agudo / crónico con la piel: El producto concentrado y aún diluido es fuertemente irritante llegando a poder ocasionar quemaduras.

Contacto agudo / crónico con los ojos: causa quemaduras al simple contacto y puede causar ceguera si no hay una atención médica oportuna y adecuada.

Ingestión: causa quemaduras severas en tracto gastrointestinal y puede llegar a ser dañino e inclusive mortal.

PRIMEROS AUXILIOS

Inhalación: aleje fuente de vapores, administre oxígeno si la respiración es trabajosa y en caso de ser necesario aplique prácticas de resucitación.

Contacto con la piel: lave rápidamente las áreas afectadas usando jabón si es posible. No vista la ropa que se haya contaminado sin haberla lavado antes.

Destruya los zapatos contaminados. Si hay irritación acuda a un facultativo.

Contacto con los ojos: enjuague inmediatamente sus ojos con abundante agua fría que esté fluyendo durante por lo menos 15 minutos y acuda aun oftalmólogo.

Ingestión: no induzca al vómito. Si el paciente esta conciente dele a beber leche o agua. Nunca de nada en la boca de una persona inconsciente. Consiga ayuda médica de inmediato.

MEDIDAS EN CASO DE DERRAME ACCIDENTAL

Evite contaminar alimento, comida, ríos, arroyos, lagos, lagunas, estanques, manantiales o mantos freáticos. Si es posible recupere el material para reusar. Intente absorber el charco en piso con arcilla, arena o absorbente comercial. El remanente en piso debe neutralizarse con carbonato de sodio (se liberará un poco de dióxido de carbono o cal, y enjuagarse a alcantarilla).

MANEJO Y ALMACENAMIENTO

No contamine alimento, comida ni fuentes de agua natural; evite contacto con materia orgánica. Mantenga cerrados los recipientes mientras no se usen. Almacene en lugar fresco y seco. El proveedor no se responsabiliza del uso de este producto. No rehusé el contenedor. Equipe el área con una estación de lavado de ojos y con ducha para casos de emergencia.

ANEXO 5. GLOSARIO.

Agente tensoactivo: Posee una estructura molecular que actúa como un enlace entre el agua y las partículas de suciedad, soltando las partículas de cualquier otra superficie que se limpie.

Alcalinidad: Término utilizado en la medida de la concentración de sustancias alcalinas en el agua, y como tal, tiene un efecto directo en el valor de pH.

Biodegradable: propiedad que tienen algunos materiales complejos de ser degradados por microorganismos para formar productos finales sencillos. Estos productos se dan de manera natural en el medio ambiente y también se producen de forma artificial

Desinfección: Tratamiento físico, químico o biológico aplicado a las superficies limpias en contacto con el alimento con el fin de destruir las células vegetativas de los microorganismos que ocasionen riesgos para la salud pública y reducir sustancialmente el número de otros microorganismos indeseables sin que dicho tratamiento afecte adversamente la calidad e inocuidad del alimento.

Dispersión: Es la habilidad del detergente de romper agregaciones en partículas más pequeñas que entran en suspensión, evitando así su sedimentación y facilitando su arrastre durante el enjuague.

Emulsificación: Es la acción mecánica por la cual se rompen grasas y aceites en pequeñas partículas, manteniéndose en suspensión homogénea con la solución lavadora.

Limpieza: Operación de remoción de residuos de materia primas y producto procesado en los equipos, pisos, paredes, etc.

Penetración: Capacidad para penetrar las capas de suciedad y separarlas de las superficies.

Secuestrante: Es la remoción o inactivación de los constituyentes de la dureza del agua (sales de calcio y magnesio) por un compuesto inorgánico, evitando su sedimentación.

Suciedad: Es cualquier material no deseable que se requiera remover de la superficie que se desea limpiar.

Surfactante: Sustancia que reduce la tensión superficial de un líquido, y que sirve como agente humectante o detergente.

Tensión superficial: Condición existente en la superficie libre de un líquido. Específicamente, la tensión superficial es la fuerza por unidad de longitud de cualquier línea recta de la superficie líquida que las capas superficiales situadas en los lados opuestos de la línea ejercen una sobre otra.