



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
"CUAUTITLAN"**

**SISTEMA DE LIMPIEZA Y DESINFECCION DE  
EQUIPO EN EL PROCESO DE FABRICACION  
DE QUESO**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERO EN ALIMENTOS**  
P R E S E N T A :  
**MA. DEL CARMEN GARCIA ROSALES**  
DIRECTOR: **ING. PEDRO GONZALEZ DIAZ**  
**CUAUTITLAN IZCALLI, MEXICO 1985**



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# I N D I C E

			página
CAPITULO	I	INTRODUCCION - OBJETIVOS	1
CAPITULO	II	ANTECEDENTES	4
		2.1 Composición de leche y crema	4
		2.2 Limpieza	7
		2.3 Procedimientos de limpieza	8
		2.4 Sistemas de limpieza automático (CIP)	13
CAPITULO	III	PLAN DE TRABAJO	16
		3.1 Procedimiento de trabajo	16
		3.2 Condiciones de aplicación	17
CAPITULO	IV	MATERIALES Y METODOS	19
		4.1 Materiales	19
		4.2 Métodos	27

CAPITULO	V	RESULTADOS	55
CAPITULO	VI	CONCLUSIONES	61
ANEXO	A	DETERGENTES	63
ANEXO	B	DESINFECTANTES	72
ANEXO	C	SISTEMA DE LIMPIEZA AUTOMATICO (C.I.P.)	85
BIBLIOGRAFIA			110

## C U A D R O S

No.		página
1	Composición de leche y crema	4
2	Características de los residuos	6
3	Composición de la "piedra de leche"	7

## A N E X O A

A-1	Propiedades de los detergentes	69
A-2	Clasificación y función principal de los componentes de los detergentes	70

## A N E X O B

B-1	Control de vida microbiana	83
B-2	Características de los desinfectantes	84

## FIGURAS

No.		página
1	Diagrama de flujo Procesamiento de queso crema - CIP -	22
2	Pasteurizador de crema	28
3	Lavado de pasteurizador de crema	29
4 -4*	Lavado de tanque	31-32
5	Lavado línea de crema	34
6	Lavado línea de la máquina	35
7	Lavado línea leche - queso	36

## A N E X O C

C-1	Sistema de utilización única	90
C-2	Sistema de utilización única con recuperación limitada	91
C-3	Esquema general del sistema de re-utilización	95
C-4	Esquema general del sistema de utilización múltiple	99
C-5	Lavado de tanque (Sistema de utilización múltiple)	101

## 1. INTRODUCCION-OBJETIVOS

Dentro de las diferentes actividades que se llevan a cabo en una industria alimentaria, ocupa un lugar de vital importancia el trabajar bajo condiciones higiénicas que aseguren que el producto procesado presente una calidad bacteriológica adecuada.

La leche y los productos lácteos, tienen el justo título de ser productos sanos y nutritivos en el espíritu del consumidor. Para salvaguardar este prestigio, se debe tener una calidad higiénica irreprochable.

La industria láctea en el mundo, ha logrado en los últimos decenios un desarrollo tecnológico de maquinaria y procesos de la leche muy avanzados. Sin embargo, la adquisición de la maquinaria más cara y la más moderna no garantizan de ninguna manera, la perfecta calidad de la leche y de los productos lácteos. Lo que es decisivo para lograr este objetivo, es el trabajo correcto y apropiado en el tratamiento y transformación de la leche, así como la limpieza del equipo inmediatamente después de terminado el proceso y de una perfecta desinfección antes del comienzo de la jornada de trabajo.

De la misma forma que el técnico de la planta debe

supervisar la pasteurización de la leche, por ejemplo, de la misma manera debe supervisar el control de la limpieza y desinfección del equipo, de los drenajes, etc. lo cual forma parte de sus deberes más imperiosos.

Actualmente, en una gran mayoría de las industrias -- procesadoras de leche, las operaciones de limpieza se efectúan en forma manual, lo cual presenta inconvenientes tales como:

- Consumo excesivo de tiempo y mano de obra
- Uso de altos volúmenes de detergente
- Baja confiabilidad
- Inseguridad para el operario

Cuando la industria en cuestión opera con volúmenes elevados, se debe tomar muy en cuenta el correcto desempeño del procedimiento de limpieza, ya que un pequeño error traería como consecuencia la contaminación de grandes cantidades de producto.

En base a lo anterior, es conveniente en toda empresa establecer un sistema de limpieza automático, que permita optimizar las operaciones en cuestión.

El sistema de limpieza automático conocido como CIP (del inglés Cleaning in Place), es útil en toda industria -- láctea donde el interés por el aprovechamiento del tiempo sea

primordial, debido a sus elevados volúmenes de producción.

De ahí la importancia de incluir en los anexos un estudio detallado sobre los detergentes y desinfectantes utilizados en los diferentes tipos de sistemas de limpieza, ya sea con sistemas de limpieza automático o sistemas manuales; así como la teoría del mismo sistema de limpieza automático (CIP). Todo esto con la finalidad de conocer -- los usos, formas de acción y aplicaciones dentro de las - industrias.

De esta forma, el objetivo del presente trabajo se basa en el estudio del sistema de limpieza automático (CIP), así como las condiciones adecuadas de limpieza y desinfección del equipo involucrado en el procesamiento de queso - crema, mediante el manejo de algunas de las variables que inciden en la eficiencia de aplicación de este sistema y - las cuales son:

- Temperatura de lavado
- Tiempo total de lavado
- Concentración de las soluciones detergentes

## II. ANTECEDENTES

### 2.1 Composición de leche y crema

El queso crema, es un queso fresco el cual se elabora con cuajo y cultivos lácticos para formar una cuajada ácida de cuerpo suave.

Las principales materias primas involucradas en este proceso son:

- Leche fluida
- Crema

Y las cuales tienen la siguiente composición:

CUADRO 1. COMPOSICION DE LECHE Y CREMA

COMPONENTE	LECHE %	CREMA %
Agua	87.7	59
Grasa	3.4	35
Sólidos totales no grasos:	8.9	6
Proteínas	3.1	
Lactosa	4.9	
Minerales	0.9	

FUENTE: Alais Ch., 1981

Cabe hacer notar que la crema es leche enriquecida - en materia grasa, mediante el desnatado espontáneo o centrifugo, por lo cual, posteriormente hablaremos únicamente de - la leche.

La leche al ser procesada, es tratada termicamente - con el fin de destruir cualquier microorganismo patógeno pre - sente en ella y sus componentes son susceptibles de sufrir - cambios tales como la desnaturalización de protefnas, caram - lización de azúcar, polimerización de grasas; mientras más - alta es la temperatura y más largo el tiempo de exposición - al calor, los cambios serán más drásticos. Debido al proceso - térmico, se va formando una pelfcula residual en el equipo, la cual debe eliminarse con el fin de evitar que se convier - ta en un medio apropiado para el desarrollo de microorganis - mos. Estos residuos presentan las siguientes características individuales relacionadas con la limpieza: (Cuadro 2)

CUADRO 2. CARACTERISTICAS DE LOS RESIDUOS

COMPONENTE	SOLUBILIDAD	FACILIDAD DE REMOCION	CAMBIOS EN CALENTAMIENTO
Azúcar	Soluble en agua	+++	Caramelización: más difícil de limpiar
Grasa	Insoluble en agua soluble en álcali	+ +	Polimerización: difícil de -- limpiar
Proteína	Insoluble en agua soluble en álcali, ligeramente soluble en ácido	+	Desnaturalización mucho más difícil de limpiar
Sales Minerales	Solubilidad en agua variable, pero la mayoría son solubles en ácido	+++ ↓ + + +	Generalmente son fáciles de --- limpiar

Escala: Fácil +++, Difícil ++, Muy difícil +

FUENTE: Guthrie R. , 1980

Como resultado de los cambios sufridos por cada compo  
nente debido a la temperatura y a la acumulación de residuos  
no eliminados durante el ciclo de limpieza, surge la llamada  
"Piedra de leche", cuya composición se enlista en el cuadro 3.

CUADRO 3. COMPOSICION DE LA "PIEDRA DE LECHE"

COMPONENTE	% MINIMO	% MAXIMO
Humedad	2.66	8.75
Grasa	3.63	17.66
Proteína	4.40	43.83
Cenizas	42.03	67.33
CO <sub>2</sub> y CaCO <sub>3</sub>	0.00	42.01
CaO	20.02	34.66
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	9.37	26.93
MgO	trazas	8.12
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.29
Na <sub>2</sub> O	1.40	7.33

FUENTE: Henderson J., 1971

## 2.2 Limpieza

La limpieza tiene como objetivo eliminar totalmente los residuos, valiéndose del uso de agentes químicos y físicos, los cuales, en función de la variación de sus condiciones de uso, van a ayudar a alcanzar una superficie limpia e higiénica, logrando establecer el programa de lavado óptimo para los diferentes equipos y líneas que involucra el proceso.

### 2.2.1 Criterios de limpieza

Definiendo una superficie limpia, podemos decir que se trata de una superficie libre de película residual o suciedad, que al estar en contacto con el producto en proceso,

no lo contaminará y cumplirá con las siguientes características :

- Presentará un aspecto limpio a simple vista, aún bajo condiciones húmedas o secas.
- Se encontrará libre de olores extraños.
- No dará al tacto sensación grasosa o rugosa.
- El agua al drenar en la superficie mostrará una película con rupturas mínimas.

Para que la superficie limpia cumpla con lo antes citado, las operaciones de limpieza deben seguir un procedimiento de remoción de suciedad, que involucre los siguientes pasos:

1. Contacto detergente-suciedad
2. Acción detergente sobre componentes residuales de la leche, para lograr su desplazamiento.
3. Dispersión de la suciedad.
4. Enjuague adecuado para prevenir el redepósito de la suciedad dispersa.

### 2.3 Procedimientos de limpieza

Para efectuar una limpieza adecuada se debe llevar a cabo un procedimiento secuencial, de tal manera que las operaciones deben ser las mismas siempre. Generalmente el ciclo de limpieza en una industria láctea comprende los siguientes pasos:

#### 2.3.1 Recuperación de los residuos de producto.

### 2.3.2 Preenjuague

### 2.3.3 Limpieza con detergente

### 2.3.4 Postenjuague

### 2.3.5 Desinfección

Cada paso requiere un tiempo adecuado para lograr resultados aceptables. No es posible ahorrar tiempo omitiendo un paso o acortando un ciclo, ya que, no se obtendrían los resultados deseados. Detallando los pasos anteriores tenemos:

2.3.1 Recuperación de los residuos de producto. Este paso se efectúa con el fin de minimizar las pérdidas de producto y para facilitar la limpieza. A la vez reduce la carga en el sistema de drenaje con el consecuente ahorro en los costos de tratamiento de agua de desecho. Esta recuperación puede llevarse a cabo por:

- Drenado por gravedad
- Desplazamiento con agua
- Arrastre con aire

2.3.2 Preenjuague. Debe llevarse a cabo en el equipo de proceso inmediatamente después del final de la corrida de producción, ya que con esto se evita que los residuos se sequen y sean más difíciles de eliminar.

Los residuos de grasa de leche son fácilmente elimi

nados si el agua es caliente, pero sin exceder de 60°C, evitando así la coagulación proteica.

Se considerará un preenjuague completo en el momento en que el agua drenada sea lo más clara posible, ya que de lo contrario se incurriría en lo siguiente:

- Aumento en el consumo de detergente
- Inactivación del cloro, ya que suele fijarse sobre los materiales nitrogenados volviéndose menos disponible para la desinfección

Algunos sistemas permiten la recolección del agua usada con el fin de tratarla y poderla reutilizar, resultando esto en un ahorro.

Se estima que al menos un 90% de los residuos no-incrustados pueden ser removidos por un preenjuague efectivo.

2.3.3 Limpieza con detergente\*. En este paso, el criterio para seleccionar el detergente a usar va a ser función de los residuos a eliminar. La composición de los residuos nos permite observar la presencia de material orgánico (proteínas, azúcares, grasas) e inorgánico (sales minerales, cenizas); esta composición va a ser determinante para seleccionar las características del detergente a usar.

Los diferentes tipos de detergentes utilizados en la industria láctea son:

- Detergentes alcalinos mezclados. Son capaces de -

\* ANEXO A

disolver y dispersar los depósitos cálcicos, disuelven los residuos orgánicos, son emulgentes, bactericidas y emulsificantes.

- Detergentes alcalinos puros. Compuestos esencialmente de sosa caústica y preferentemente usados bajo condiciones de flujo turbulento.

- Detergentes ácidos. A menudo considerados como paso suplementario en el ciclo de limpieza y usados con el fin de eliminar depósitos de carbonato de calcio junto con proteína remanentes del lavado con detergente alcalino mezclado y formados por la dureza del agua o una incrustación térmica severa.

La eficiencia de esta etapa, esta en función de la forma en que se trabaje con las siguientes variable:

- .. Concentración de la solución detergente
- .. Temperatura de la solución detergente
- .. Efecto mecánico aplicado en las superficies a limpiar.
- .. Tiempo de la limpieza.

2.3.4 Postenjuague. Esta etapa tiene como finalidad eliminar todos los residuos de detergente del equipo y tuberías de proceso, evitando contaminaciones posteriores al producto.

El agua utilizada debe tener una dureza no mayor de 50 ppm expresada como  $\text{CaCO}_3$ , para evitar depósitos minerales.

Es recomendable después del tratamiento alcalino y ácido (cuando el equipo y tuberías están prácticamente estériles) acidificar el agua de este paso a un pH menor de 5 - usando un ácido (fosfórico o nítrico), con la finalidad de prevenir el crecimiento de microorganismos durante el tiempo de receso del equipo, cuando este sea lo suficientemente lento para que esto suceda (ej. una noche)

2.3.5 Desinfección\*\*. Un adecuado programa de limpieza, dada como resultado un equipo tanto física como químicamente limpio, entendiéndose por lo anterior:

- Limpieza física. Remoción de todos los residuos visibles de las superficies limpias.
- Limpieza química. Remoción no solamente de todos los residuos visibles, sino también de los residuos de sustancias químicas que pueden ser detectadas por sabor u olor, pero no visibles a simple vista.

Una vez alcanzados estos dos objetivos, es necesario alcanzar una limpieza bacteriológica, la cual se obtiene por medio de una desinfección, lo que generalmente implica la destrucción de microorganismos que pudieran contaminar los productos lácteos y dañar su calidad.

La desinfección se puede lograr por medio de un tratamiento que bien puede ser físico o químico en función del agente a utilizar. De esta manera, tenemos: aplicación de -

vapor, aplicación de agua hirviendo, radiaciones, soluciones a base de iodo, cloro, por mencionar las más conocidas.

El momento de efectuar la desinfección resulta más ventajoso al comienzo de la jornada, inmediatamente antes de que el procesamiento de leche comience. Es necesario asegurarse de que en el caso de desinfectantes químicos, sean drenados del sistema antes de la admisión de la leche.

Por el contrario, si la desinfección se efectúa al final de la jornada, la solución desinfectante debe eliminarse con agua, evitando así posibles ataques a superficies metálicas.

#### 2.4 Sistema de limpieza automático (CIP)\*\*\*

Aunado a un buen procedimiento de limpieza, el sistema CIP nos ayudará a establecer las condiciones adecuadas para lavar el equipo involucrado.

La limpieza con el sistema CIP consiste en hacer circular en el interior de las instalaciones no desmontadas el agua de enjuague, las soluciones detergentes y desinfectantes convenientes, asegurando que las superficies que hayan estado en contacto respondan a ciertos criterios sanitarios. Sin embargo, esto es aplicable únicamente a tuberías, intercambiadores de calor, bombas, válvulas, separadores, etc. En el caso de tanques por medio del CIP, se pretende rociar y hacer correr los detergentes por las paredes por

gravedad y tratando de optimizar el lavado con el uso de boquillas rociadoras especialmente diseñadas, en este caso, el consumo de grandes volúmenes de detergente es requerido.

Las justificaciones del uso de éste sistema en una industria son:

- \* No tener que desmontar el equipo
- Lavar todas las areas involucradas en el proceso, puesto que los detergentes se recirculan en esas zonas implicando una alta confiabilidad.
- Incrementar la utilización de la planta, ya que el equipo se vacía, se lava y se puede reutilizar inmediatamente.
- Seguridad para el operario.
- Posibilidades de reutilizar las soluciones detergentes cuantas veces sea conveniente.
- Ahorro en consumo de agua, energía y vapor.

#### 2.4.1 Tipos de sistemas:

Actualmente se cuenta con tres tipos de sistemas automáticos de limpieza, los cuales son:

- 2.4.1.1 Sistema de utilización única
- 2.4.1.2 Sistema de reutilización
- 2.4.1.3 Sistema de utilización múltiple

2.4.1.1 Sistema de utilización única. Su principal característica es que los detergentes se usan solamente una vez. Se recomiendan en circuitos muy sucios (por ej. circuitos de calentamiento de leche).

En general, están compuestos por pequeñas unidades que se ubican cerca de los equipos, con el consecuente ahorro en agua y productos detergentes.

2.4.1.2 Sistema de reutilización. Este sistema se basa en que los detergentes son recuperados y reutilizados tantas veces como sea posible.

El sistema cuenta con una estación central que es la que envía los fluidos de limpieza a los diferentes circuitos para posteriormente retornarlos a sus respectivos tanques colectores y volverse a usar.

2.4.1.3 Sistema de utilización múltiple. El principio básico de este sistema, es una combinación de los anteriores ya que pequeñas unidades estándares se ubican cerca del equipo a lavar y las cuales son alimentadas de una unidad central. Después de ser usadas las soluciones detergentes se regresan a la unidad central.

### III. PLAN DE TRABAJO

#### 3.1 Procedimiento de trabajo

Se realizaron los experimentos necesarios hasta encontrar resultados satisfactorios, siguiendo las siguientes etapas de trabajo para cada uno de ellos:

A) Una vez utilizado el equipo para el procesamiento de queso crema, se procede a efectuar su limpieza correspondiente, de acuerdo con el programa de lavado establecido.

B) Confirmar que las condiciones trabajo sean las adecuadas.

C) Se aplica el sistema de lavado, preparando previamente las soluciones detergentes y verificando que las condiciones de las variables involucradas estén en lo correcto.

D) Una vez obtenidas las condiciones adecuadas y efectuada la corrida de limpieza, se procede a una evaluación del equipo mediante los siguientes parámetros:

#### Visuales:

-----

a) Con luz normal.

Microbiológicos:

a) Método de contacto en el equipo con hisopo para determinar:

1. Coliformes
2. Cuenta total
3. Hongos
4. Levaduras

b) Evaluación de la materia prima:

- Antes de esta en contacto con el equipo lavado.

- Después de estar en contacto con el equipo lavado. Determinando en ambos casos:

1. Coliformes
2. Cuenta total
3. Hongos
4. Levaduras

3.2 Condiciones de aplicación.

Los experimentos se llevaron a cabo, partiendo de condiciones reportadas en la bibliografía y también por las proporcionadas por el proveedor de detergentes, las cuales son las siguientes:

## 3.2.1 Para pasteurizadores:

Concentración de la solución detergente	2%
Temperatura de lavado	70°C
Tiempo total de lavado	67 min.

**3.2.2. Para tanques y líneas de proceso:**

Concentración de solución detergente	1%
Temperatura de lavado	60°C
Tiempo total de lavado	45 min

#### IV. MATERIALES Y METODOS

##### 4.1 Materiales

Los materiales involucrados en la experimentación son los que constituyen el proceso de fabricación de queso crema y los detergentes usados en la limpieza

##### 4.1.1 Equipo involucrado en el sistema de limpieza automático CIP.

Se cuenta con un sistema de limpieza automático CIP de tipo centralizado o de reutilización, el cual consta del siguiente equipo:

- Tanques de almacenamiento de soluciones detergentes y agua. Con capacidad de 3 500 Lt fabricados en acero inoxidable con sistema de calentamiento directo a base de vapor.
- Bombas centrífugas con impulsor de acero inoxidable:
  - .. Bombas de suministro de 18.64 Kw.
  - .. Bombas de retorno de 3.72 Kw.
- Bombas dosificadoras para desinfectante de 0.37 Kw
- Tanque para desinfectante con capacidad de 50 Lt.
- Tubos, válvulas y uniones construídos en acero inoxidable, con un diámetro de suministro y retorno de 6.3 cm. Las válvulas son operadas con aire a presión de 2 - 2.7 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Tablero luminoso de control

- Termopar bimetálico.
- Indicador de nivel por diferencia de presión.
- Rodillo programador. En éste tambor se fija el programa de lavado, el cual es accionado por un motor de corriente directa. El motor se encuentra accionado por relevadores que controlan el tiempo requerido para cada paso del lavado. El perímetro del tambor esta dividido en el número de pasos que se necesitan para la limpieza; estos pasos se encuentran marcados por grapas de plástico sobresalientes que se encuentran fijadas en el tambor y estas al estar en una posición determinada accionan unos interruptores, los cuales a su vez accionan las válvulas o motores por medio de bobinas para mantenerlas energizadas de acuerdo al relevador de tiempo.

#### 4.1.2. Equipo a lavar.

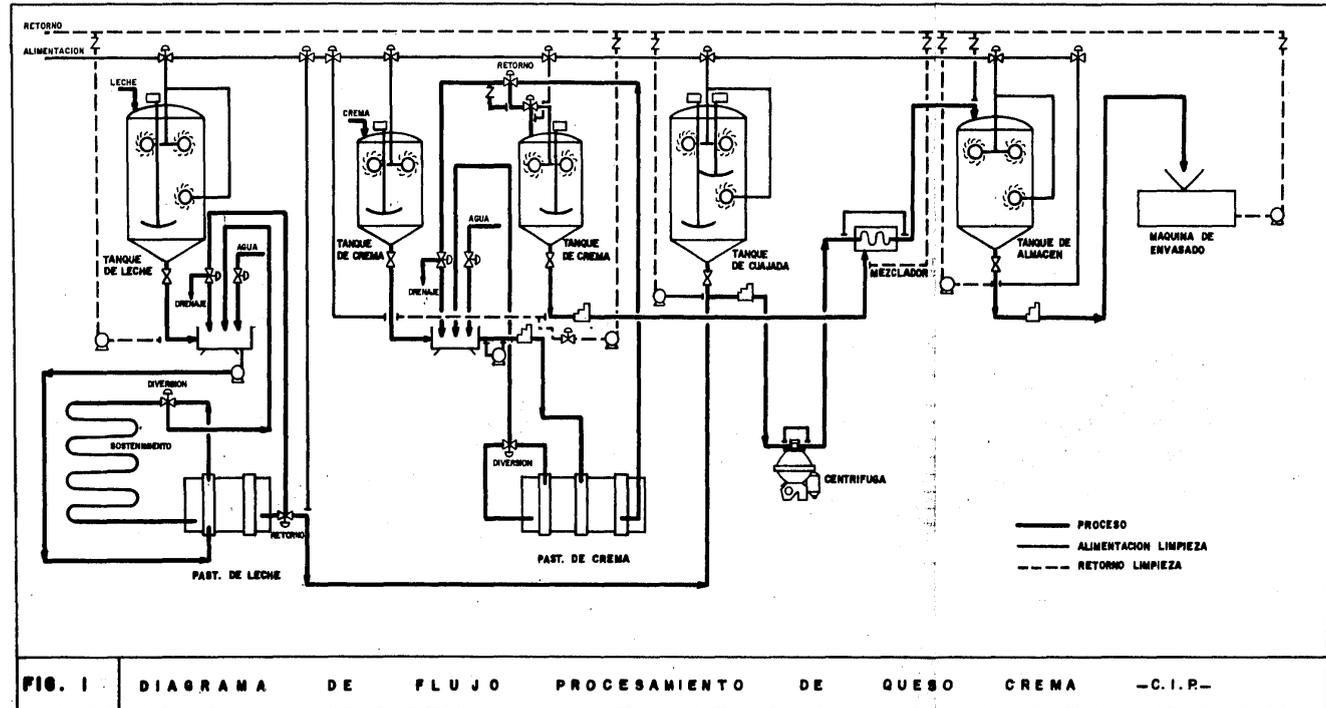
El proceso de fabricación de queso crema involucra el siguiente equipo:

- Tanque de leche. Con capacidad de 10 000 Lt, fabricado en acero inoxidable con acabado sanitario, tapa abatible y agitador con motoreductor.
- Intercambiador de calor a placas para leche. Construído en acero inoxidable, provisto de un sistema de control automático de temperatura con válvula de diversión de flujo, con capacidad de ----- 10 000 Lt/hr.
- Tanque de cuajada. Con capacidad de 8 000 Lt, fabricado en acero inoxidable con acabado sanitario, doble pared aislante, tapa abatible y agitador -

de motoreductor.

- Centrífuga. Construída en acero inoxidable con a acabado sanitario, capacidad de 4 000 Lt de cuaja da por hora.
- Mezclador tipo gusano. Construído en acero inoxi dable, permite una mezcla íntima de crema con el queso, tiene un flujo de 1 400 Lt/hr.
- Tanque de almacenamiento. Con capacidad de --- 4 500 Lt, fabricado en acero inoxidable con aca bado sanitario y tapa abatible.
- Tanques de crema. Capacidad de 1 250 Lt, construi do en acero inoxidable con acabado sanitario, equipados con agitador de motoreductor.
- Intercambiador de calor a placas para crema. Cons truído en acero inoxidable, provisto de un siste ma de control automático de temperatura con vál vula de diversión de flujo, con capacidad de -- 1 000 Lt/hr.
- Máquina envasadora. Con capacidad de 650 Kg/hr todas las partes en contacto con el producto son de acero inoxidable.
- Bombas:
  - .. Centrífugas con impulsor de acero inoxidable.
  - .. Positivas con rotor de acero inoxidable recu bierto con hule neopreno tipo alimentario.
- Tubos, válvulas y ubiones construídos en acero - inoxidable.

Esquematzabdo el proceso en una diagrama de flujo junto con la instalación del sistema CIP, tenemos: (figura No. 1)



#### 4.1.3 Detergentes y desinfectantes usados.

Para efectuar las pruebas de lavado, en el mercado se dispone de una gran variedad de detergentes y desinfectantes comerciales para uso en industrias alimentarias y para los cuales el fabricante nos proporcionó la siguiente información:

##### 4.1.3.1 Detergente alcalino en polvo. (13)

Descripción del producto: Producto alcalino, se presenta en forma de polvo, especial para la industria láctea en el lavado de equipo con el sistema CIP como pasteurizadores, precalentadores, tuberías de acero inoxidable, etc.

Su principal materia prima es hidróxido de sodio.

##### Propiedades fisicoquímicas:

Estado.....	Sólido(polvo)
Color.....	Blanco
Olor.....	Fuertemente alcalino
Solubilidad.....	Instantánea en agua
Alcalinidad como Na <sub>2</sub> O...	30%

Comportamiento frente al equipo: No afecta a los metales, empaques, juntas, etc.

Indicaciones de uso: A una concentración de 1.5% a 2.0% y a una temperatura de 60 a 70°C durante 20 a 30 min.

#### 4.1.3.2 Detergente alcalino líquido. (13)

Composición y propiedades: Es un producto alcalino con componentes especiales para evitar problemas con incrustaciones por dureza del agua, pero su principal componente es el hidróxido de sodio. Como producto líquido es particularmente apropiado para usarse en plantas de limpieza automática.

Tiene una alcalinidad como  $\text{Na}_2\text{O}$  de 25%

Aplicaciones: Se utiliza para la limpieza de toda clase de botellas en máquinas automáticas en la industria láctea y cervecera.

Forma de empleo: Además del buen efecto de limpieza, tiene la ventaja de que no es necesario predisolver el producto, sobre todo cuando se preparan grandes cantidades de soluciones de limpieza.

Se recomienda su uso de 1 a 2%

#### 4.1.3.3 Detergente ácido. (13.)

Descripción del producto: Especial para limpieza de los equipos de establos, plantas pasteurizadoras y cremerías. Su uso ofrece una gran utilidad para evitar la formación de "piedra de leche" o bien remover ésta.

Su principal componente es el ácido fosfórico.

Propiedades fisicoquímicas:

Estado.....	Líquido
Color.....	Amarillo claro
Acidez total como $H_3PO_4$ ..	30%
Densidad.....	1.226 gr/ml

Comportamiento frente al equipo: Los equipos de acero inoxidable no son dañados por el producto.

Indicaciones de uso: En equipos donde se puede utilizar por circulación se usa una solución del detergente a 1.2 a 2.0% y a una temperatura de 80°C durante 15 a 20 min. Para uso manual se utiliza a concentraciones de 3 a 6%.

4.1.3.4 Desinfectante yodado. (13)

Descripción del producto: Desinfectante líquido a base de yodo, especial para la industria lechera. Por su formulación no pierde su potencia cuando se aplica en aguas duras o en presencia de materiales orgánicos.

No debe usarse en soluciones que sobrepasen temperaturas de 40°C, pues pierde su acción.

Propiedades fisicoquímicas:

Estado.....	Líquido
Color.....	Café
Olor.....	Yodo
Solubilidad.....	Instantánea en
Yodo disponible.....	2%
Acción desinfectante....	Excelente

Comportamiento frente al equipo: En general, no ataca ningún metal, así como empaques o materiales de recubrimiento. Debe tenerse precaución con los equipos o utensilios fabricados con materiales ferrosos, pues su exposición prolongada provoca corrosión excesiva.

Para evitar que el producto manche el equipo o recubrimientos, debe enjuagarse con suficiente agua.

Indicaciones de uso: Para la limpieza y desinfección de equipo (ordeña, enfriadores, tanques, etc.) se recomienda una concentración de 50 ppm.

#### 4.1.3.5 Desinfectante clorado. (16)

Composición y propiedades: Desinfectante líquido (hipoclorito de sodio) cuyo poder germicida tiene base cloro -- activo de 11 a 13%.

Aplicaciones: Este producto se emplea en la industria láctea y empresas del ramo alimentario, se usa para la desinfección de circuitos cerrados.

Forma de empleo: Para la desinfección en circulación de circuitos cerrados, es recomendable emplear una concentración de 100 a 150 ppm. Esta solución se bombea en el interior de las tuberías a una temperatura de 25 a 30°C por 10 a 12 min.

## 4.2 Métodos

### 4.2.1 Procedimiento de lavado.

La limpieza de los equipos y tuberías para esta instalación, se efectuó de la siguiente manera:

#### 4.2.1.1 Lavado de pasteurizador:

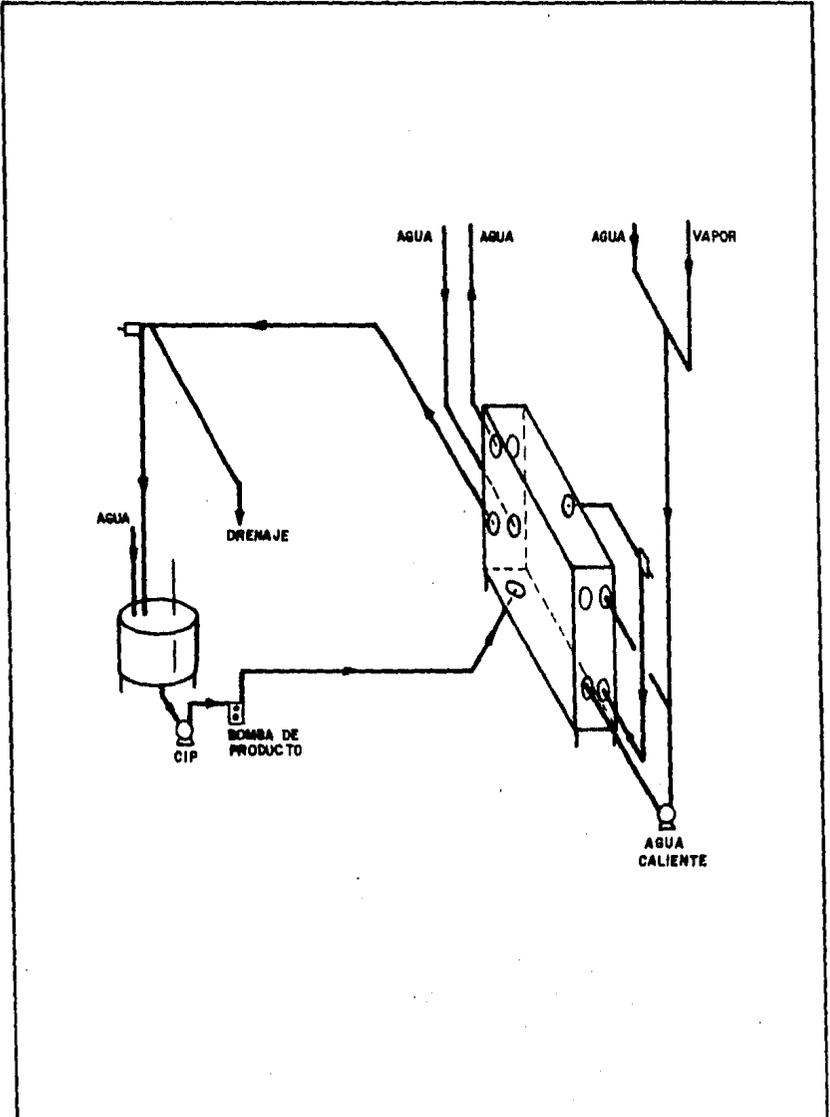
Para una mejor comprensión de esta limpieza, la figura no. 2 esquematiza el pasteurizador de crema con sus -- accesorios y en la figura no. 3 se detallan los pasos que - se efectúan en este lavado, para lo cual tenemos:

Figura no. 3a. Se suministra agua caliente al tanque de balanceo correspondiente y se hace circular a través del equipo con ayuda de la bomba, dirigiéndose el agua al drenaje.

Figura no. 3b. Una vez que el equipo se encuentra - cargado con agua caliente, se coloca en recirculación y se le suministra vapor para elevar la temperatura hasta la requerida, con el fin de agregar manualmente el detergente al calino y efectuar el lavado correspondiente.

Figura no. 3c. Al alcanzar el tiempo requerido para el lavado, se corta la recirculación y se envía el fluido - hacia el drenaje suministrando agua al tanque de balanceo - al mismo tiempo.

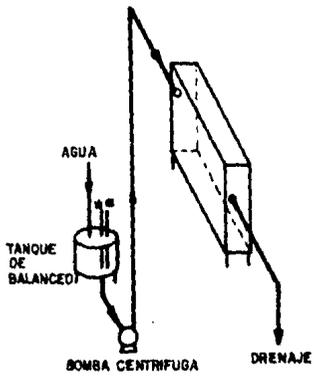
Con esta misma secuencia se efectúa el lavado con -



**FIG. 2**

**PASTEURIZADOR DE CREMA**

1er. PASO: ENJUAGUE



# ELECTRODOS DE NIVEL

FIG. 3 a

2o. PASO: CIRCUITO LLENO EN CIRCULACION ADICION DE DETERGENTE ALCALINO

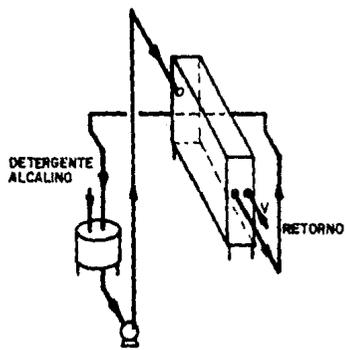


FIG. 3 b

3er. PASO: DRENADO DE DETERGENTE ALCALINO SUMINISTRO DE AGUA

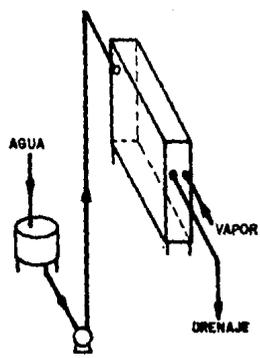


FIG. 3 c

4o. PASO: SUMINISTRO DE DESINFECTANTE CIRCULACION

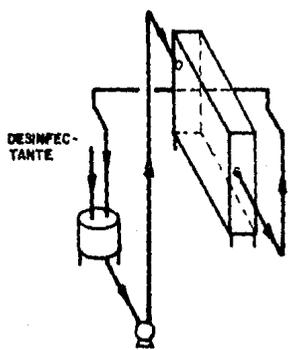


FIG. 3 d

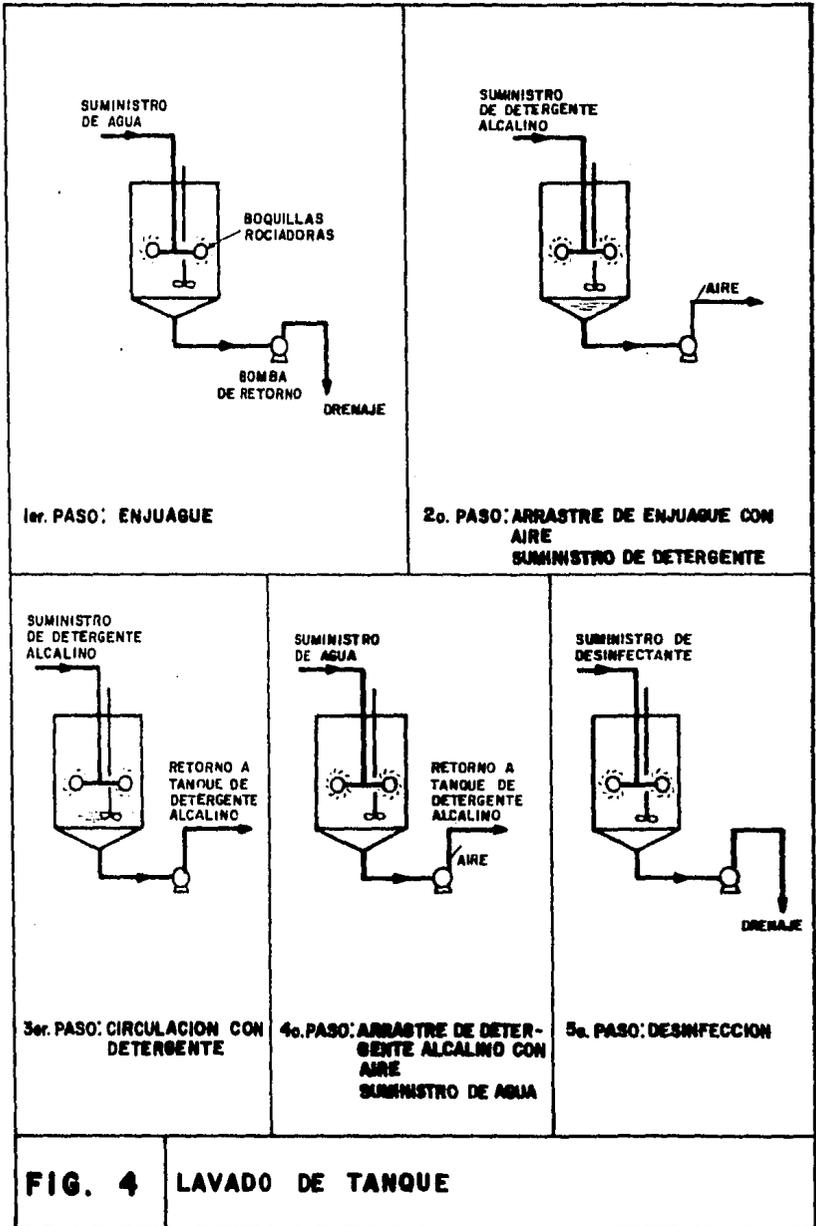
**FIG. 3 LAVADO DE PASTEURIZADOR DE CREMA**

el detergente ácido, para finalmente con el equipo en recirculación figura no. 3d poder suministrar el desinfectante -- yodado. Este último se hace recircular antes de iniciar la jornada de trabajo.

#### 4.2.1.2. Lavado de tanque.

Las figuras no. 4 y 4' esquematizan el lavado del tanque de crema sin pasteurizar y en el cual se siguió el siguiente procedimiento de lavado:

1. Primeramente se alimenta al tanque de crema agua procedente del tanque de almacenamiento para efectuar el enjuague, la cual posteriormente se dirige al drenaje.
2. Enseguida del enjuague, se efectúa un arrastre con aire,
3. Posteriormente se da paso a la entrada de la solución de detergente alcalina (la cual se prepara con detergente alcalino líquido), para efectuar el lavado en el cual se procede a recircular por un tiempo determinado. Cabe hacer notar -- que durante todo el procedimiento de limpieza, los fluidos en cuestión se hacen circular a través de las boquillas rociadoras.
4. Al final de la circulación del detergente, se arrastra con aire el mismo dirigiéndolo hacia el tanque de almacenamiento correspondiente para posteriormente suministrar agua y así efectuar el enjuague.
5. Siguiendo la secuencia del inciso 1 al 4, se lleva a cabo el lavado con detergente ácido.



**FIG. 4 LAVADO DE TANQUE**

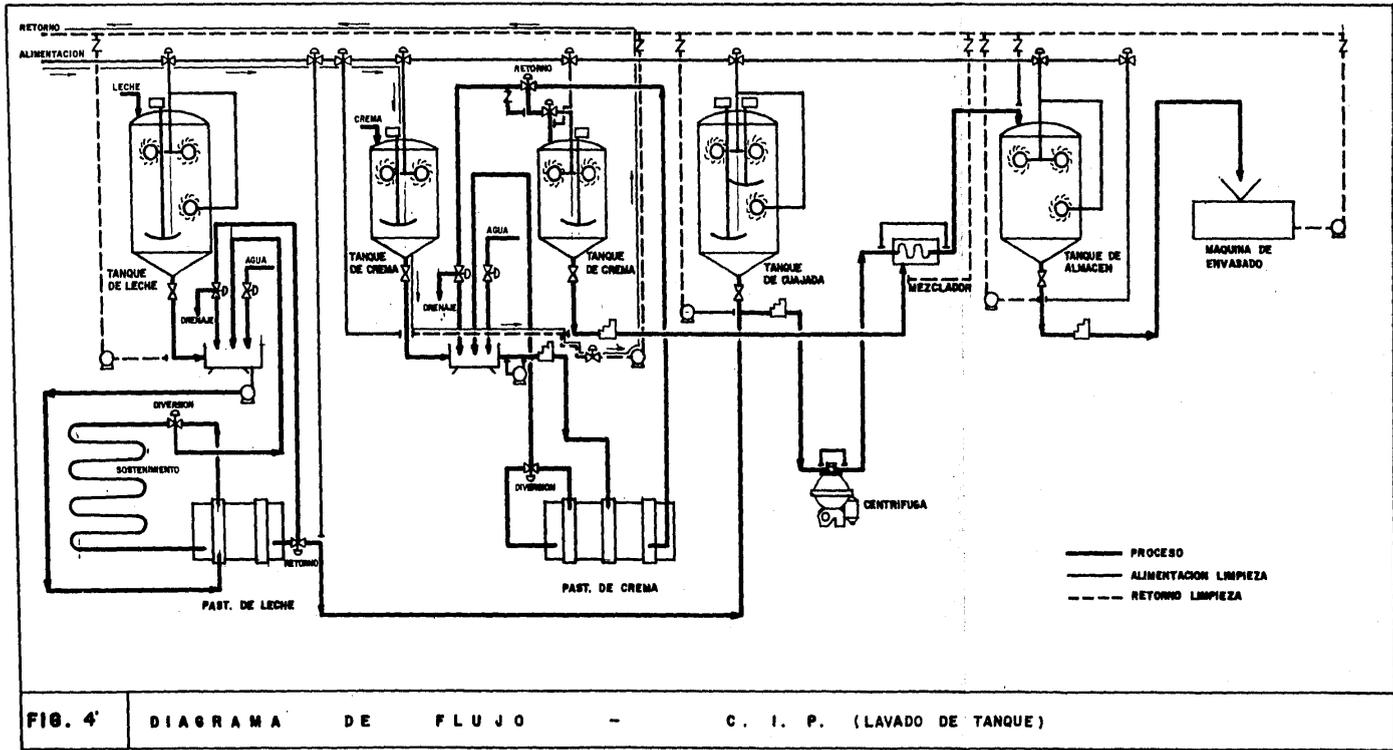


FIG. 4'

DIAGRAMA DE FLUJO - C. I. P. (LAVADO DE TANQUE)

6. Efectuando el enjuague correspondiente al lavado con detergente ácido, se suministra el desinfectante clorado cubriendo toda la superficie con una película del mismo, enseguida se procede a efectuar un arrastre con aire dirigido al drenaje para eliminar en la mayor cantidad posible residuos de solución detergente.

El lavado de la línea de crema, línea de la máquina y línea de leche-queso, se lleva a cabo con la misma secuencia que en los tanques ( figuras no. 5,6 y 7 respectivamente).

#### 4.2.2 Metodología de pruebas.

Inicialmente se trabajó con los pasteurizadores, ya que estos se lavan independientemente del sistema CIP de reutilización, En estos la limpieza se efectúa con el sistema CIP de utilización única ( usando el tanque de balanceo como tanque de almacenamiento).

De los dos pasteurizadores existentes, se decidió trabajar con el pasteurizador de crema ya que por experiencias de esta industria, se ha visto que es más difícil de lavar debido a el tipo de producto que se maneja que es rico en materia grasa.

Posteriormente se trabajó con los tanques, específi

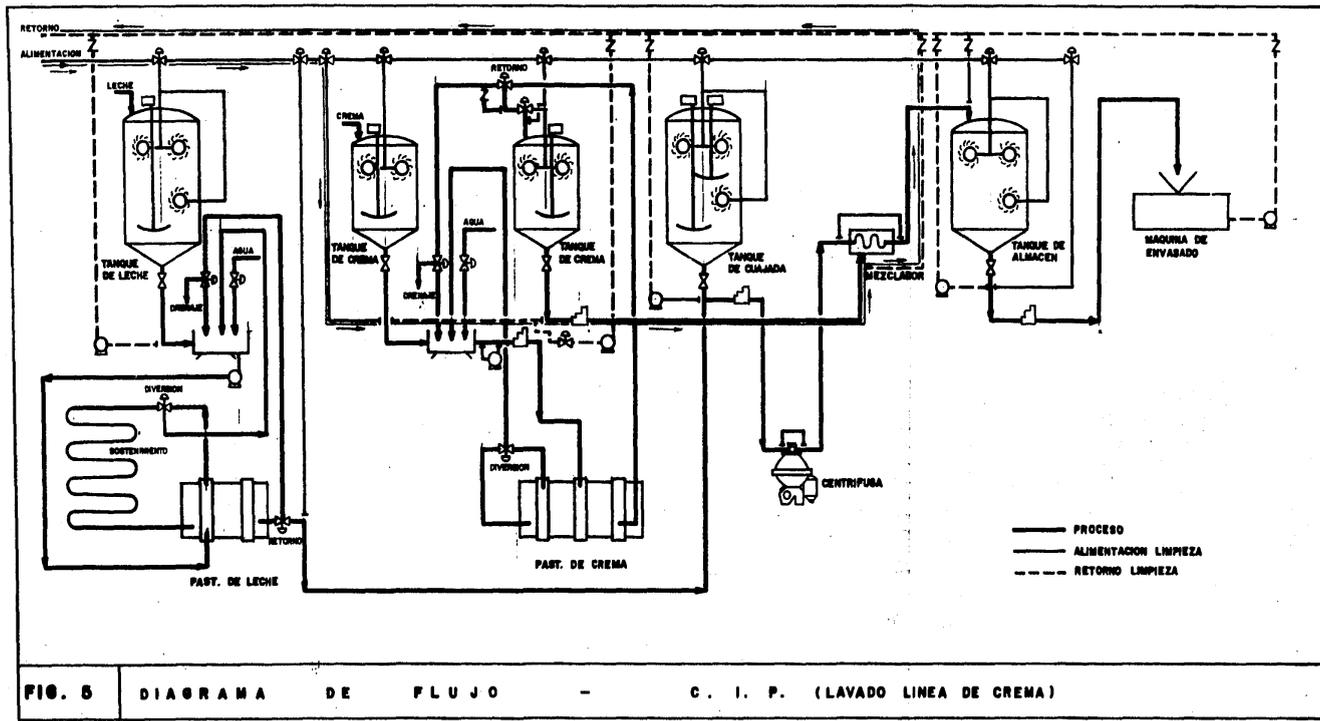
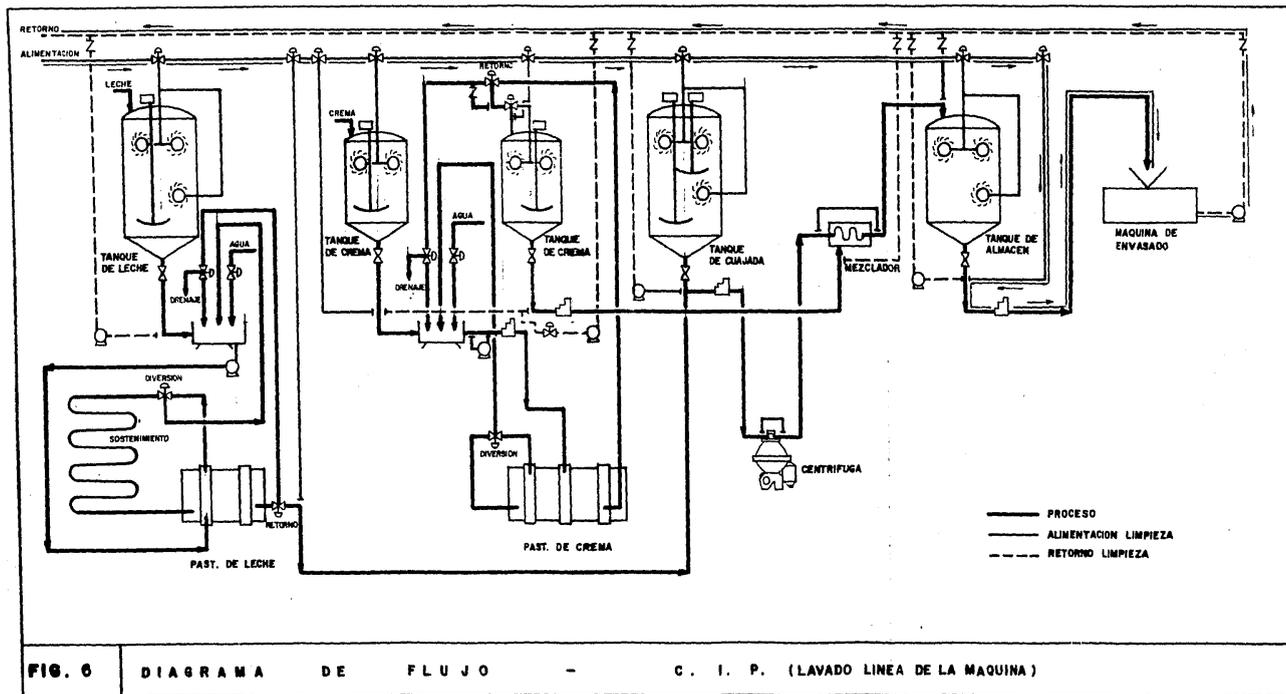


FIG. 5

DIAGRAMA DE FLUJO - C. I. P. (LAVADO LINEA DE CREMA)



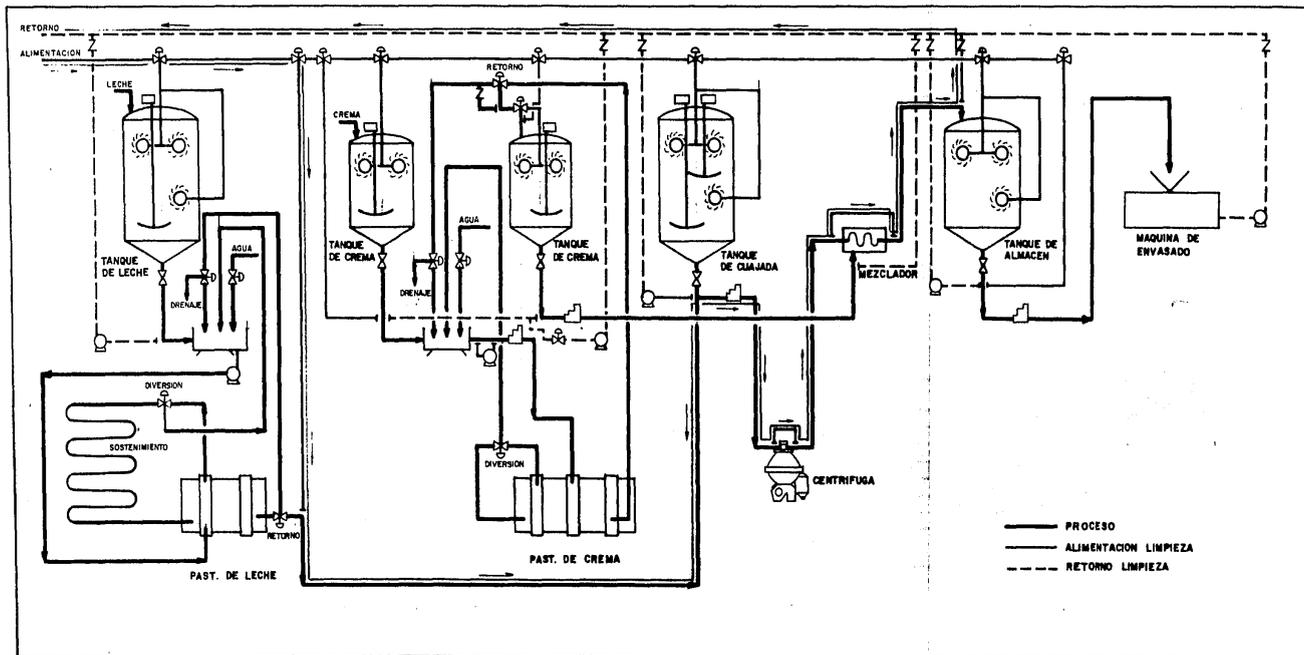


FIG. 7

DIAGRAMA DE FLUJO

-

C. I. P. (LAVADO LINEA LECHE - QUESO)

camente con el de leche por ser el de mayor capacidad y por lo cual el programa de todos los tanques se hacen en base a éste. Para la limpieza de tanques de menor capacidad, es necesario utilizar un restrictor (placa de acero inoxidable - del tamaño de la tubería con una perforación adecuada en el centro), el cual es un regulador de presión y de flujo que se coloca en la entrada del tanque.

Por último se hicieron los lavados en las líneas de proceso (línea de crema, línea de la máquina y línea de leche-queso). Los experimentos se realizaron en la línea de leche-queso debido a que es la de mayor longitud. Las condiciones iniciales de concentración y temperatura de los detergentes para la limpieza de las líneas son las mismas que en los tanques, ya que también en estas no se lleva a cabo un tratamiento térmico.

La centrífuga y máquina envasadora, no se lavan con el sistema CIP, en estos equipos se efectúa una limpieza manual ya que constan de diversas partes que se tienen que desarmar para asegurar una buena limpieza.

## 4.2.3 Cuadro general de pruebas de lavado.

Las pruebas de lavado para el equipo involucrado en el proceso, se realizaron bajo las siguientes condiciones:

EXP. No.	EQUIPO	C O N D I C I O N E S					
		Det Alc. %	Det Ac. %	Temp. °C	Tiem. min	Desin. ppm	T° Desin. °C
1	Past.Crema	2.0	2.0	70	67	50	20-25
2	Past.Crema	2.0	2.0	80	67	50	20-25
3	Past.Crema	2.5	2.5	80	67	50	20-25
4	Past.Crema	2.5	2.5	80	87	50	20-25
5	Past.Crema	2.0	2.0	80	87	50	20-25
6	Tanque	1.0	1.0	60	45	100	20-25
7	Tanque	1.5	1.0	70	45	100	20-25
8	Tanque	1.3	1.0	70	45	100	20-25
9	Línea de proceso	1.3	1.0	70	31.5	100	20-25
10	Línea de proceso	1.3	1.0	70	37	100	20-25





4.2.4.3 Programa de lavado experimento No. 6 (tanque)

SEÑAL	PASO	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
		01 Ciclo de tanques		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
02 Control de temperatura							X																						
03 Tiempo 30 seg		X			X	X				X	X				X	X										X	X	X	
04 Tiempo 60 seg			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
05 Tiempo 2 min				X								X					X	X					X						
06 Tiempo 5 min								X																					
07 Salida de enjuague		X	X	X							X	X	X									X	X	X	X				
08 Salida de sosa							X	X	X																				
09 Salida de ácido																X	X	X											
10 Retorno de ácido																X	X	X	X	X									
11 Retorno de sosa							X	X	X	X																			
12 Arrastre con aire CIP				X	X			X	X				X	X				X	X						X	X			
13 Bomba de suministro CIP		X	X				X	X				X	X			X	X					X	X	X					
14 Agitador		X	X				X	X				X	X			X	X					X	X	X					
15 Rutina de válvulas CIP		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
16 Bomba de retorno del tanque				X	X	X		X	X			X	X	X			X	X	X					X	X	X	X		
17 Pulsación válvula entrada-salida tq.		X	X	X	X		X	X	X			X	X	X	X		X	X	X	X				X	X	X	X		
18 Arrastre con aire linea de retorno						X					X					X						X						X	
19 Bomba de desinfectante																									X				





#### 4.2.5 Técnicas de análisis

El control de concentración de los detergentes, tanto en la recepción como en el proceso, se llevó a cabo usando las siguientes técnicas de análisis:

##### 4.2.5.1 Control en recepción

###### 4.2.5.1.1 Determinación de acidez total como $H_3PO_4$ (16)

- a) Pesar 1 a 2 gr de muestra en un matraz Erlenmeyer y agregar un poco de agua destilada.
- b) Titular con solución de hidróxido de sodio 1.0 N usando fenolftaleína como indicador hasta el vire de incoloro a rojo.

$$\%H_3PO_4 = \frac{V \times N \times 0.049 \times 100}{P}$$

Donde:

V = ml gastados de hidróxido de sodio

N = Normalidad del hidróxido de sodio

P = Peso de la muestra

4.2.5.1.2 Determinación de alcalinidad total como  $\text{Na}_2\text{O}$  (16)

- a) Pesar 5 a 6 gr de muestra
- b) En un matraz Erlenmeyer se disuelve la muestra en agua y se le agregan de 10 - 15 ml de una solución de yoduro de potasio al 10% para eliminar el contenido de cloro activo en la solución. Adicionar 3 - 4 gotas de anaranjado de metilo.
- c) Titular con ácido clorhídrico al 1.0 N hasta vire de color amarillo a rojo.

$$\% \text{Na}_2\text{O} = \frac{V \times N \times 0.031 \times 100}{P}$$

Donde:

V = ml gastados de ácido clorhídrico

N = Normalidad del ácido clorhídrico

P = Peso de la muestra

## 4.2.5.1.3 Determinación de cloro activo. (16)

- a) Tomar 5 ml de muestra y pasarlos a un matraz aforado de - 250 ml.
- b) Aforar con agua destilada y tomar una alícuota de 25 ml.
- c) A la alícuota agregarle 5 ml de ácido acético glacial.
- d) Adicionar 5 ml de yoduro de potasio al 15% y titular con solución de tiosulfato de sodio 1.0 N usando solución de almidón como indicador.
- e) Titular hasta el vire de azul oscuro a incoloro.

$$\% \text{ cloro} = \frac{V \times N \times 0.035 \times 100}{5 \times 0.1}$$

Donde:

V = ml de tiosulfato de sodio

N = Normalidad de tiosulfato de sodio

## 4.2.5.1.4 Determinación de yodo activo. (16)

- a) Pesar una pequeña muestra de 1 - 2 gr en un matraz Erlenmeyer de 250 ml.
- b) Diluir con agua destilada (aproximadamente 50 ml)
- c) Adicionar unas gotas de solución de almidón y titular con solución de tiosulfato de sodio 0.1 N
- d) Titular hasta el vire de color azul oscuro a incoloro.

$$\% \text{ yodo} = \frac{V \times N \times 12.7 \times 100}{P}$$

Donde:

V = ml gastados de tiosulfato de sodio

N = Normalidad de tiosulfato de sodio

P = Peso de la muestra

## 4.2.5:2 Control en proceso (9)

Cuando se efectúan numerosos análisis rutinarios sobre muestras similares, se emplea la siguiente ecuación:

$$C = \frac{V \times N \times E_a}{V_o}$$

Donde:

C = Concentración del compuesto buscado en gr/lt

V = Volumen de solución valorada gastada en la titulación.

N = Normalidad de la solución valorada

E<sub>a</sub> = Peso equivalente de la solución buscada

V<sub>o</sub> = Volumen de muestra

Sin embargo, si en todos los casos se va a emplear la misma cantidad de muestra y se va a usar siempre la misma solución valorada, se tiene que de la ecuación E<sub>a</sub>, N y V<sub>o</sub> representan un valor constante. Por tal motivo se puede calcular el valor numérico de esta expresión, el cual representa un factor por el cual se debe de multiplicar el volumen de solución gastada en la titulación en cada caso para obtener el porcentaje en la muestra analizada. A este factor aquí le llamaremos "factor empírico", ya que se puede determinar empíricamente por titulación de una muestra de porcentaje conocido.

$$F = \frac{N \times E_a}{V_o}$$

Y por lo tanto:

$$C = V \times F$$

Esta ecuación, muestra que para calcular el valor numérico del factor F, bastará con tomar una muestra de porcentaje conocido y titular con la solución valorada que se va a emplear para el análisis, es necesario que siempre se use la misma cantidad de muestra y se titule con la misma solución valorada.

Este factor se determina de esta forma, ya que en un detergente comercial es difícil conocer su peso equivalente debido a la mezcla de compuestos usados.

Los factores empíricos empleados en el presente trabajo se determinaron con soluciones al 2% y son los siguientes:

Detergente ácido       $C = V \times \underline{0.206}$

Detergente alcalino  
en polvo               $C = V \times \underline{0.245}$

Detergente alcalino  
líquido                 $C = V \times \underline{0.296}$

#### 4.2.5.3 Análisis microbiológicos

##### 4.2.5.3.1 Método de contacto con hisopo. (5)

Este método se aplica cuando no se pueden usar satisfactoriamente los métodos de enjuague debido al tamaño o --- irregularidad de la superficie del equipo.

##### Aparatos y Materiales:

- a) Pipeta estéril de 1 ml
- b) Cajas de Petri esterilizadas
- c) Medios de cultivo para siembra
- d) Hisopos estériles de algodón. Algodón no absorbente firmemente retorcido, de aproximadamente 45 mm de diámetro por 19 mm de largo, colocado en uno de los extremos del aplicador de madera de 7.5 cm de largo. Esterilizar en sobres de papel cristal o en frasquitos que contengan agua destilada.
- e) Frascos estériles con tapa de rosca para los hisopos, de aproximadamente 21 x 79 mm, o tubos de ensaye de 26 x 95 mm con tapón de corcho o goma.
- f) Agua destilada. Distribuir en frasquitos o tubos de tal manera que después de esterilizados en el autoclave, queden 5 ml en cada uno.

##### Procedimiento:

Humedezcase un hisopo estéril en un frasco o tubo recientemente abierto con agua destilada, exprímase el exceso de agua en la pared interior del recipiente de enjuague y frótese la porción de algodón completamente sobre una superficie de aproximadamente 52 cm<sup>2</sup> (muévase el hisopo en un espacio de 1.25 cm de ancho por 40 cm de largo). Frótese 3 ve-

ces el hisopo sobre esta superficie, cambiando la dirección contraria en cada movimiento. Colóquese otra vez el hisopo en el frasquito o tubo con agua destilada y si es necesario, rómpase el aplicador bajo condiciones asépticas más abajo -- del lugar donde se sostiene con el dedo. Mántengase a 4°C -- hasta el momento del análisis.

En el laboratorio, agítese vigorosamente el recipiente que contiene el hisopo hasta una completa homogenización del agua con el algodón y siémbrese la solución de enjuague.

4.2.5.3.2 Cuenta de organismos coliformes (recuento en caja Petri) (18)

Medio de cultivo: Agar Mac Conkey

Procedimiento:

- a) Inocular 1 ml de muestra en la caja Petri previamente esterilizada.
- b) Agregar de 12 a 15 ml de agar Mac Conker esterilizado y - mantenido a 43 - 45°C.
- c) Homogeneizar y dejar solidificar.
- d) Incubar las cajas Petri a  $32 \pm 1^\circ\text{C}$  por 24 horas.
- e) Contar las colonias de bacterias coliformes que den coloración roja o rosada.

## 4.2.5.3.3 Cuenta de bacterias mesofílicas aerobias. (18)

Medio de cultivo: Agar para métodos estandar.

Procedimiento:

- a) Inocular 1 ml de muestra en la caja Petri previamente esterilizada.
- b) Adicionar de 12 a 15 ml de agar para métodos estandar previamente esterilizado y mantenido a 43 - 45°C.
- c) Homogeneizar y dejar solidificar.
- d) Incubar a  $32 \pm 1^\circ\text{C}$  por 48 horas.
- e) Contar todas las colonias desarrolladas en la placa (-- excepto las de hongos)

#### 4.2.5.3.4 Cuenta de hongos y levaduras. (18)

Medio de cultivo: Agar de dextrosa y papa ( con un pH=3.5 - que se logra con la adición de ácido tartárico al 10%)

##### Procedimiento:

- a) Inocular 1 ml de muestra por duplicado en las cajas Petri previamente esterilizadas.
- b) Adicionar de 12 a 15 ml de agar dextrosa y papa acidificado y mantenido a 45 - 48°C.
- c) Homogeneizar y dejar solidificar.
- d) Incubar una serie de placas a 22°C durante 5 días y la -- otra serie a 35°C durante 48 horas.
- e) Contar las colonias de hongos en la serie incubada a 22°C y las colonias de levaduras en la serie incubada a 35°C, así como la incubada a 22°C.
- f) Se reportan como Cuenta de hongos en placa incubada 5 días a 22°C y Cuenta de levaduras en placa incubada 48 horas a 35°C o 5 días a 22°C ( según el caso en el cual el recuento sea más elevado) por gramo o mililitro de muestra.

## V. RESULTADOS

Como se observa a través de los resultados obtenidos en los experimentos realizados, el lavar con el sistema de limpieza automático CIP es conveniente en la industria de la leche por la conveniencia que este presenta.

Como se vió en la pruebas, cada equipo requiere de sus propias condiciones de limpieza debido a que los residuos a eliminar son diferentes dependiendo del tratamiento que haya sufrido el producto en cada uno de ellos.

Por ejemplo, en el pasteurizador las condiciones son diferentes respecto a los otros equipos, ya que son mayores las concentraciones de las soluciones detergentes, la temperatura y el tiempo total de lavado en virtud de que en éste equipo se lleva a cabo un tratamiento térmico y los residuos a eliminar son más difíciles.

Los resultados obtenidos para las diferentes pruebas de lavado, se muestran en los cuadros siguientes (5.1 y 5.2)

5.1 Resultados visuales

EXP.No.	EQUIPO	OBSERVACIONES
1	Pasteurizador de crema	Al terminar la limpieza, se abrió el pasteurizador y se observó entre las placas la presencia de materia grasa y residuos de crema.
2	Pasteurizador de crema	También se observa la presencia de grasa entre las placas.
3	Pasteurizador de crema	Presencia de materia grasa, pero en menor cantidad.
4	Pasteurizador de crema	Equipo limpio, las placas se observan libres de suciedad.
5	Pasteurizador de crema	Se observan trazas de materia grasa entre las placas.
6	Tanque de leche	Las paredes del tanque se ven opacas y al tacto dan la sensación de suciedad.
7	Tanque de leche	El tanque se observa libre de suciedad, pero tiene tacto grasoso que se puede atribuir a una alta concentración de detergente alcalino, para lo cual se tomó muestra del agua de enjuague y se pudo comprobar la presencia de trazas de detergente alcalino.
8	Tanque de leche	Se observa el equipo limpio y al tacto el acero no presenta anomalías.
9	Línea Leche-Queso	En la tubería se observan trazas de producto.
10	Línea Leche-Queso	Se observan limpias las partes de tubería que se desarmaron.

5.2 Resultados microbiológicos

EQUIPO: Pasteurizador de crema

MUESTRA	EQUIPO																			
	EXP. No. 1				EXP. No. 2				EXP. No. 3				EXP. No. 4				EXP. No. 5			
	C	C.T.	H	L	C	C.T.	H	L	C	C.T.	H	L	C	C.T.	H	L	C	C.T.	H	L
Zona precalentamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zona Pasteurización	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zona Enfriamiento	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MATERIA PRIMA																			
	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo
Crema sin pasteurizar	10	1000	45	10	30	5000	10	20	30	4000	15	3	17	1000	0	10	10	2000	1	2
Crema pasteurizada	0	10	0	0	1	30	0	0	0	20	0	0	0	9	0	0	0	10	0	0

Abreviaturas: C=Coliformes  
 CT=Cuenta total  
 H=Hongos  
 L=Levaduras

°=col/50cm<sup>2</sup>  
 °°=col/gr

EQUIPO: Tanque de leche.

MUESTRA	E Q U I P O											
	EXP. No. 6				EXP. No. 7				EXP. No. 8			
	C <sub>o</sub>	C.T.	H <sub>o</sub>	L <sub>o</sub>	C <sub>o</sub>	C.T.	H <sub>o</sub>	L <sub>o</sub>	C <sub>o</sub>	C.T.	H <sub>o</sub>	L <sub>o</sub>
Area 1	0	4	0	0	1	3	0	0	0	4	0	0
Area 2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Area 3	1	3	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	M A T E R I A P R I M A											
	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo
Leche antes tanque	30	100	0	0	25	120	1	0	10	200	0	5
Leche después tanque	38	105	0	0	24	110	0	0	11	170	0	0

Abreviaturas: C=Coliformes      °=col/50cm<sup>2</sup>  
 CT=Cuenta total      °°=col/gr  
 H=Hongos  
 L=Levaduras

EQUIPO: Línea leche-queso

MUESTRA	E Q U I P O							
	EXP. No. 9				EXP. No. 10			
	C <sub>o</sub>	C.T. <sub>o</sub>	H <sub>o</sub>	L <sub>o</sub>	C <sub>o</sub>	C.T. <sub>o</sub>	H <sub>o</sub>	L <sub>o</sub>
Area 1	0	3	0	0	0	0	0	0
Area 2	0	0	0	0	0	1	0	0
Area 3	0	0	0	0	0	0	0	0
	M A T E R I A P R I M A							
	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo
Cuajada antes línea	0	0	0	0	0	0	0	0
Cuajada después línea	0	0	0	0	0	0	0	0

Abreviaturas: C=Coliformes      °=col/50cm<sup>2</sup>  
 CT=Cuenta total      °°=col/gr  
 H=Hongos  
 L=Levaduras

De los resultados obtenidos, se comprueba que bajo las condiciones de operación del experimento No. 4, se obtuvieron resultados satisfactorios de limpieza para el pasteurizador de crema, ya que el equipo a la vista esta libre de suciedad y también bacteriológicamente se pudo comprobar -- que en realidad se llevó a cabo un buen lavado, también se ve que existe un experimento No. 5 para éste equipo, el -- cual se hizo con la finalidad de comprobar si aún era posible optimizar el lavado anterior, pero los resultados obtenidos comprueban que no es lo adecuado.

En los tanques y líneas de proceso, se requiere de menor concentración en las soluciones detergentes, más baja temperatura y menor tiempo de lavado ya que los residuos en estos equipos son más fáciles de eliminar.

En el tanque de leche se obtuvieron resultados satisfactorios bajo las condiciones de lavado del experimento -- No. 8 y en la línea de proceso leche-queso bajo las condiciones de operación del experimento No. 10. Las condiciones de lavado en la línea y tanque son similares ya que en éstos equipos no se llevó a cabo ningún tratamiento térmico.

## VI. CONCLUSIONES

El trabajo experimental realizado, nos permite hacer las siguientes conclusiones:

1. El sistema CIP presenta una alta confiabilidad sanitaria, en base a que las cuentas microbianas se encuentran dentro de los estándares permitidos, esto en virtud de la facilidad que presenta para el lavado de todas las piezas del equipo.
2. Fué significativo el ahorro en tiempo al utilizar el sistema CIP respecto al sistema manual convencional, principalmente debido a que el proceso de limpieza y desinfección puede ser aplicado sin esperar a que finalice la fabricación del producto.
3. El tiempo empleado para lavar el equipo con el sistema CIP, es corto comparado con el sistema manual convencional
4. Presenta un ahorro considerable en cuanto a consumo de agua y detergentes el usar el sistema CIP, debido a que las soluciones recuperadas están en continua recirculación hasta que su actividad se vea disminuida.

5. Se tiene igualmente un ahorro en energía al no tener que calentar las soluciones detergentes cada vez que se usen.
6. Representa un ahorro en mano de obra al utilizar a una misma persona para operar el sistema UIP y supervisar el proceso.
7. También, se puede concluir que se tiene un ahorro en tiempo y mano de obra al no tener que desmontar el equipo.
8. El sistema UIP, confiere seguridad para los operarios al no tener que meterse en los tanques, el no cargar partes pesadas del equipo, el no trabajar a grandes alturas, ni manipular el agua o soluciones detergentes a altas temperaturas.
9. Siguiendo la metodología de lavado que se llevó a cabo con este equipo, se pueden lavar otros equipos -- utilizados en la industria de la leche pudiéndose -- obtener buenos resultados.

## A N E X O A

## D E T E R G E N T E S

Los detergentes pueden definirse como agentes de --  
limpieza que ayudan a mejorar la acción limpiadora del agua  
por medio de la suavización de la misma e implementando la  
capacidad de la solución limpiadora para:

- Humectar
- Emulsificar
- Solubilizar minerales
- Deflocular o dispersar material suspendido
- disolver.

Las características anteriores además de otras pro-  
piedades tales como poseer un alto efecto bactericida, capa-  
cidad moderada de formación de espuma, no ser corrosivos y  
cumplir con los requerimientos legales de seguridad, en con-  
junto, son difícilmente encontradas en una sustancia química,  
por lo que generalmente se utilizan varias sustancias que -  
en combinación proporcionen todos los beneficios buscados.  
Este tipo de formulaciones específicas existen en el merca-  
do, o bien pueden formularse en la planta.

Estas formulaciones siempre contienen álcalis, poli-  
fosfatos, surfactantes, agentes quelantes y ácidos de cier-  
to tipo capaces de disolver y dispersar los residuos.

A continuación se hablará acerca de las características de cada uno de los componentes que integran las formulaciones antes mencionadas.

#### A) Alcalinos

1. Sosa cáustica. Se presenta generalmente en forma de escamas, es muy higroscópica y soluble en agua. Presenta una alcalinidad elevada que confiere un alto poder de saponificación, bajo poder de floculación y poder humectante débil; esto explica la dificultad de enjuague de recipientes lavados con sosa, ya que conservan un tacto grasoso.

La sosa tiene una acción corrosiva con metales ligeros, por lo tanto, se utiliza en metales resistentes tales como el acero inoxidable o en presencia de un inhibidor de corrosión.

Se recomienda su uso con temperatura mínima de 70°C (preferentemente 90°C) y condiciones de flujo turbulentas -- con el fin de asegurar que las partículas no disueltas sean eliminadas y no depositadas en zonas muertas

Tiene propiedades emulgentes a altas temperaturas (hace solubles las grasas en agua), es un bactericida efectivo y barato.

2. Carbonato de sodio. Se presenta bajo la forma de un polvo blanco soluble en agua, el cual tiene buen poder de -

saponificación, débil poder floculante, poder humectante superior al de la sosa cáustica y ataca a metales débiles.

3. Metasilicato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ). Este silicato es el más comunmente utilizado, es soluble en agua, tiene un alto poder de saponificación y de peptización. Es igualmente un agente emulsificante y humectante. Se encuentra en la mayoría de los detergentes comerciales y empleándose solo no ataca a metales ligeros ni a aleaciones.

#### B) Surfactantes (agentes humectantes)

Pueden ser aniónicos, anfólitos, no-ionizantes y catiónicos. Los aniónicos son generalmente alquil-sulfatos o alquil-aril-sulfonatos; los catiónicos son principalmente sales cuaternarias de amonio. Los más usados como detergentes son los aniónicos y no-ionizantes, mientras que los anfólitos y catiónicos son comunmente usados como desinfectantes.

#### C) Polifosfatos

Son emulsificantes efectivos y agentes dispersantes también suavizan el agua. Los más comunmente usados son el trifosfato de sodio y los compuestos complejos de fosfato.

Los polifosfatos son un aditivo deseable en la mayoría de las soluciones detergentes alcalinas. También tienen un efecto inhibidor de la corrosión.

#### D) Agentes quelantes

Evitan que las sales precipitadas de calcio y magnesio formen compuestos insolubles en la solución detergente. Pueden soportar altas temperaturas y ser usados junto con bases de amonio cuaternarias. Su elección está en función del pH de la solución detergente. Los polifosfatos son agentes quelantes adecuados para soluciones alcalinas débiles (detergentes manuales), los más usados son el EDTA (ácido etilen-diamin-tetracético) y el NTA (ácido nitrilo-tri-acético).

#### E) Acidos

El tratamiento alcalino en la limpieza del equipo usado en la manufactura de un producto lácteo que involucre un tratamiento térmico, no es suficiente, por lo que se usa una solución ácida como complemento y constituye un paso separado en el ciclo de la limpieza.

Los ácidos son solventes de proteína debido a su capacidad peptizante, suelen usarse en el primer paso del ciclo de limpieza con el fin de suavizar incrustaciones quemadas antes del tratamiento alcalino.

El lavado ácido es a menudo introducido como segundo pa-

so del tratamiento, ya que gracias a su capacidad disolvente, los ácidos son capaces de eliminar depósitos de sales minerales y protefna formados por la dureza del agua o una incrustación térmica severa, los cuales pudieran quedar en la superficie después del tratamiento con un detergente alcalino. En equipo de esterilización, se suele aplicar el tratamiento ácido antes y después del lavado alcalino. Los dos ácidos inorgánicos que son más ampliamente usados en la limpieza son el ácido nítrico y el ácido fosfórico. El último es menos corrosivo pero el primero es más efectivo y en las concentraciones usadas (0.5 - 1.5%) no daña el acero inoxidable. Dentro de los ácidos orgánicos encontramos el ácido hidroxiacético y el ácido glucónico.

#### Acción de los detergentes

=====

El efecto general de los detergentes compuestos puede sintetizarse en lo siguiente:

Aprovechando sus características humectantes, permiten la absorción del agua, el proceso de limpieza continua al dilatarse la fase continua protefca presente en el mismo residuo, efecto que se mejora con la elevación del pH; de hecho se llega a disolver la protefna debido a la acción de los álcalis. Una vez que la protefna ha sido disuelta, al

mismo tiempo se liberan los otros componentes de la película, la grasa se convierte en una forma soluble en agua: los depósitos de calcio insolubles (minerales), presentes en la superficie se pierden al mismo tiempo y son colectados por agentes quelantes del detergente.

De esta manera, se requieren solo fuerzas mecánicas para eliminar los depósitos remanentes de suciedad. Hay que aclarar que las soluciones detergentes deben disolver y evitar que se depositen los restos de calcio, ya que de lo contrario los residuos tenderán a flocular repositándose en la superficie recién lavada, afectando el objetivo de la --limpieza.

Cada componente presente en el detergente, es capaz de poseer diferentes grados de actividad respecto a otras características como lo indica el cuadro A-1 pero a su vez tiene múltiples funciones como se observa en el cuadro A-2.

Cuadro A-1 PROPIEDADES DE LOS DETERGENTES

	Alcalinos fuertes	Alcalinos débiles	Polifos- fatos	Acidos débiles	Acidos fuertes	Surfac- tantes	A. que lantes
Secuestrante	0	+	++++	0	0	0	++++
Humectante	+	++	+	+	0	++++	0
Emulsificante	+	++	++	0	0	++++	0
Disolvente	++++	+++	++	+++	++++	+	+
Saponificante	++++	+++	0	0	0	+	0
Peptizante	++++	+++	+	++	+++	0	0
Dispersante	++	+++	+	+	0	+++	+
Enjuague	+++	+++	++	+	0	++++	++
Corrosivo	++++	++,+++	0	++	++++	0	

Grado de actividad: Extremo +++, Alto ++, Medio +, Bajo 0

FUENTE: Guthrie R., 1980

CUADRO A-2 CLASIFICACION Y FUNCION PRINCIPAL DE LOS COMPONENTES DE LOS DETERGENTES.

COMPUESTO	FUNCION
Alcalis básicos	Desplazamiento de suciedad por emulsificación, saponificación.
Acidos	Control y remoción de depósitos minerales, suavización de agua.
Surfactantes	Humectan y penetran los residuos. Dispersión de residuos y prevención del redepósito de los mismos.
Fosfatos complejos	Desplazamiento de residuos por emulsificación y peptización; dispersión de residuos; suavización de agua y prevención de depósitos de residuos.
Compuestos quelantes	Suavizan el agua; control de depósitos minerales; desplazamiento de sólidos por peptización; prevención de redepósitos.
Cloro	Mejora la acción peptizante de los álcalis a 100 - 150 ppm. No tienen acción desinfectante al pH usado (> 12)

FUENTE: Guthrie R., 1980

Formulas tipo de detergentes

=====

La bibliografía reporta algunas fórmulas tipo de detergentes para diferentes programas de lavado, entre las cuales tenemos:

Detergente ácido:

Agente surfactante no-iónico	0.30	%
Acido fosfórico	31.00	%
Agua	68.70	%
	<hr/>	
	100.00	%

Detergente para uso común CIP:

Sosa cáustica	68.00	%
Fosfato trisódico	4.00	%
Sales de sodio	14.00	%
Pirofosfato tetrasódico	8.00	%
Metasilicato de sodio	6.00	%
	<hr/>	
	100.00	%

Detergente para lavado difícil de CIP:

Sosa cáustica	95.00	%
Gluconato de sodio	5.00	%
	<hr/>	
	100.00	%

Detergente para lavado de tuberías:

Agente surfactante	3.00	%
Tripolifosfato de sodio	25.00	%
Metasilicato de sodio	10.00	%
Carbonato de sodio	30.00	%
Sulfato de sodio	32.00	%
	<hr/>	
	100.00	%

Detergente para lavado manual:

Dodecil bencen-sulfonato de sodio 40% activo	10.00	%
Agente surfactante no-iónico	4.00	%
Tripolifosfato de sodio	25.00	%
Metasilicato de sodio	10.00	%
Sulfato de sodio	51.00	%
	<hr/>	
	100.00	%

---

FUENTE: Jowitt R., 1980

## A N E X O B

## D E S I N F E C T A N T E S

Un programa de limpieza conducido con los detergentes adecuados, puede dar como resultado una limpieza física y química correcta, pero esto no completa el objetivo principal de la limpieza requerida en una planta procesadora de productos lácteos, por lo cual, se requieren procedimientos físicos o agentes químicos que complementen las operaciones anteriores, asegurando la obtención de superficies de proceso bacteriológicamente limpias.

Estos procedimientos son el saneamiento, la desinfección y la esterilización, los cuales son definidos en función del grado de limpieza bacteriológico obtenido, de la siguiente manera:

- Saneamiento. Consiste en reducir la población microbiana a niveles no peligrosos por medio de un agente que por lo regular es químico.

- Desinfección. Se logra por medio de un agente comúnmente químico, capaz de matar las formas de vida en desarrollo, pero no necesariamente las esporas resistentes de microorganismos patógenos.

- Esterilización. Es el proceso de destruir todas --

las formas de vida microbiana. Un objeto esterilizado, en el sentido microbiológico, esta libre de microorganismos vivos.

La desinfección es el grado de limpieza bacteriológica deseada para las líneas de proceso de una industria láctea y se puede lograr por procedimientos tanto físicos como químicos.

#### Tipos de desinfección =====

La desinfección puede clasificarse en función del agente a utilizar en:

A) Desinfección física. Se efectua por aplicación de calor, ya que éste tiene efectos irreversibles sobre las células bacterianas. Las altas temperaturas combinadas con un alto grado de humedad es uno de los métodos más efectivos para destruir microorganismos; el calor húmedo coagula proteínas provocando así su daño, por el contrario el calor seco es menos efectivo ya que los destruye al oxidar sus constituyentes químicos.

Otro método poco usado son las radiaciones, por medio de las cuales la energía se transmite a través del espacio en gran variedad de formas. Para nuestros propósitos, la más significativa es probablemente la radiación electromagnética, de la cual la luz es un ejemplo.

Las radiaciones electromagnéticas pueden tener interacción con la materia, entre estas encontramos los rayos X y los rayos Gamma, también conocidos como "Radiaciones Ionizantes" porque tienen suficiente energía para desplazar los electrones fuera de las moléculas y ionizarlos. Cuando estas radiaciones pasan a través de las células, se produce hidrógeno libre, radicales hidroxilos y algunos peróxidos, que a su vez producen diferentes tipos de daño intracelular. Además, como el daño recae en una gran variedad de materiales, las radiaciones ionizantes son poco específicas en sus efectos.

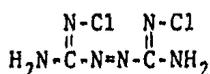
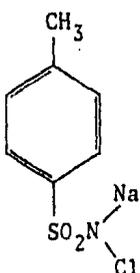
También se utilizan rayos UV y microondas.

B) Desinfección química. Es el método más usado en la industria láctea, se basa en la utilización de soluciones desinfectantes a base de agentes químicos; entre los más usados encontramos:

1. Compuestos clorados. Estos compuestos representan uno de los desinfectantes de uso más común, entre ellos podemos citar:

a) Cloraminas. Químicamente se caracterizan porque uno o más de los átomos de hidrógeno de los grupos amino de estos compuestos están sustituidos por cloro. El más sencillo de estos es la monocloramina ( $\text{NH}_2\text{Cl}$ ). La cloramina-T y la azocloramida, son dos de los muchos compuestos bacte

ricidas de ésta categoría general que tienen estructura química más compleja:

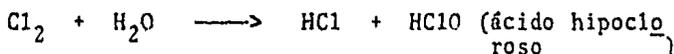


CLORAMINA - T

AZOCLORAMIDA

Una de las ventajas de las cloraminas es su estabilidad, son más estables que los hipocloritos en términos de liberación prolongada de cloro.

La acción bactericida del cloro y sus compuestos deriva de la formación de ácido hipocloroso cuando se agrega cloro libre al agua:



En forma similar, los hipocloritos y las cloraminas sufren hidrólisis con la formación de ácido hipocloroso, el cual en cualquiera de los casos después se descompone dando:



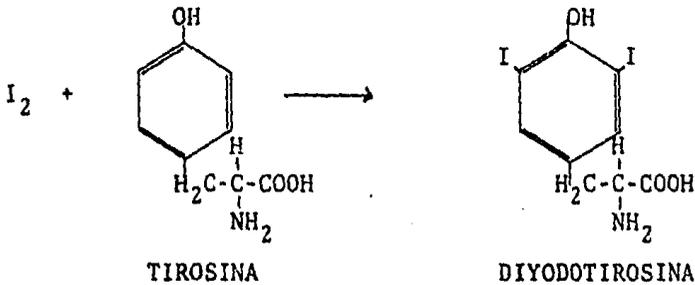
El oxígeno que se desprende de ésta reacción (oxígeno naciente), es un agente oxidante muy enérgico y por la acción que ejerce sobre los constituyentes celulares, destruye los microorganismos. La muerte de los microorganismos por el cloro y sus compuestos, también se debe en parte a la combinación directa del cloro con las proteínas de las membranas celulares y las enzimas.

b) Hipocloritos. El hipoclorito de sodio ( $\text{NaOCl}$ ) y el hipoclorito de calcio ( $\text{Ca(OCl)}_2$ ), son usados también como agentes desinfectantes y su mecanismo de acción es igual al de las cloraminas. Son efectivos contra una gran variedad de microorganismos, esporas y bacteriófagos.

Entre los inconvenientes de los hipocloritos, podemos citar su corta vida de almacenamiento, su baja efectividad al incrementarse el pH de la solución y también en presencia de materia orgánica.

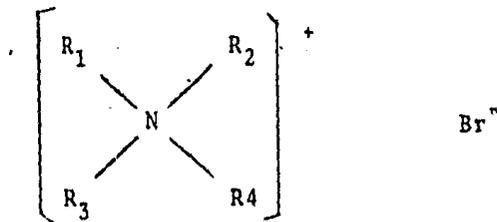
2. Yodo. El yodo es un agente bactericida muy eficaz, tiene propiedades esporocidas, sin embargo, el nivel al que las esporas pueden ser destruidas, está marcadamente influenciado por las condiciones a que están expuestas, así como la cantidad de materia orgánica y el grado de deshidratación. Además, posee propiedades fungicidas y antivirales.

El mecanismo mediante el cual el yodo ejerce su acción -- antimicrobiana, no ha sido explicada claramente; se ha sugerido que su acción involucra la halogenación de unidades de tirosina de las enzimas y otras proteínas celulares que necesitan de tirosina para su actividad.

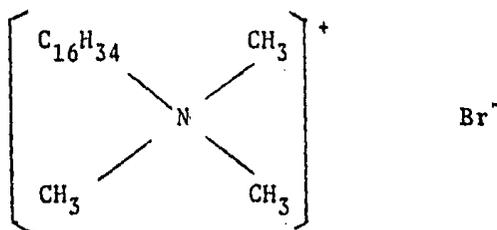


El yodo además, es un agente oxidante y esto cuenta en -- parte para su actividad antimicrobiana.

3. Compuestos cuaternarios de amonio. La estructura general de los compuestos cuaternarios de amonio, se puede ejemplificar de la siguiente manera:



Donde  $\text{R}_1, \text{R}_2, \text{R}_3$  y  $\text{R}_4$  son grupos que contienen carbono y la  $\text{X}^-$  son iones con carga negativa como el  $\text{Br}^-$  o  $\text{Cl}^-$ .



Compuesto cuaternario de amonio CTAB o cetrimida

poder bactericida de los compuestos cuaternarios de amonio es excepcionalmente alto contra bacterias Gram positivas e incluso muy enérgico contra los microorganismos Gram negativos; igualmente ha demostrado ser fungicida.

La combinación de las propiedades como la actividad germicida, acción detergente y otros factores como la relativamente baja toxicidad, solubilidad, no ser corrosivo y la estabilidad, han dado a estos compuestos muchas aplicaciones en el saneamiento y la desinfección.

El mecanismo de acción no se ha explicado con precisión, se han supuesto diversos modos de acción antimicrobiana como la inhibición enzimática, desnaturalización de las proteínas y la ruptura de la membrana celular con la pérdida de los constituyentes vitales.

Al parecer la inhibición o muerte de las células se debe a la combinación de varias acciones.

### Características que debe poseer un desinfectante

Para que un desinfectante pueda ser considerado el adecuado en un proceso de limpieza, debe cumplir con las siguientes características:

- Poseer una gran acción sobre diversas especies microbianas. El método de la A.O.A.C., consiste en determinar la concentración mínima de un desinfectante que asegure la reducción del 99.99% del número de gérmenes de un medio en 30 segundos.
- Tener poder detergente.
- Ser soluble en agua y otros disolventes.
- Ser estable.
- No ser tóxico. La sustancia deberá ser letal para los microorganismos y no dañar al hombre y otros animales.
- Tener buena capacidad de penetración.
- No tener acción corrosiva sobre el material de construcción del equipo.
- Ser eficaz a temperatura ambiente.
- Estar disponible en grandes cantidades y a precios razonables.

Una vez descritas las propiedades que debe poseer el desinfectante óptimo, cabe hacer notar que no existe en el mercado un producto que las reúna, por lo que en función de los procedimientos de limpieza y de las condiciones para lo-

grar la desinfección, es necesario seleccionar el agente o combinación de agentes más adecuados.

Recomendaciones de uso para desinfectantes  
 =====

Por recopilaciones bibliográficas, encontramos algunas recomendaciones de uso para agentes químicos desinfectantes y son:

- Cloro. Dado que las soluciones de hipoclorito de sodio son poco estables y son las más comúnmente usadas como agentes desinfectantes, su uso se recomienda a 100 ppm a una temperatura de 20-25°C por 1 a 5 minutos.

- Yodo. Los yodoforos utilizados para la desinfección se recomiendan de 50-70 ppm de yodo libre a una temperatura de 20-25°C.

- Compuestos cuaternarios de amonio. Sus recomendaciones de uso son de 150-200 ppm a una temperatura de 20-25°C y con un contacto mínimo de 2 minutos.

No se recomienda su uso en lecherías, ya que en muy bajas concentraciones del orden de 5 ppm inhiben las fermentaciones lácticas dentro de la leche.

## Modo de acción de los agentes antimicrobianos

=====

Una célula viva normal, contiene múltiples enzimas - indispensables para sus procesos metabólicos, posee la membrana semipermeable citoplasmática que regula selectivamente el paso de sustancias entre las células mismas y el medio externo, y la pared celular que proporciona a la célula una cubierta protectora, además de participar en determinados procesos fisiológicos. El daño a ésta estructura inicia las alteraciones que llevan a la célula a la muerte, ya sea por:

- A) Daño a la pared celular. Algunos agentes inhiben la formación de los componentes de la pared celular, dando como resultado la formación de protopláastos, los cuales son susceptibles a la lisis, a menos de que se les provea de condiciones ambientales especiales.
- B) Alteración de la permeabilidad celular. La membrana citoplasmática preserva la integridad de los constituyentes celulares y tiene a su cargo el transporte selectivo de nutrientes al interior de las células. Del daño a ésta membrana resulta una inhibición del desarrollo o muerte celular. La actividad antimicrobiana de los agentes químicos se atribuye a sus efectos sobre la permeabilidad celular, ya que estas sustancias anulan la permeabilidad selectiva de la membrana permitiendo la salida de los cons-

tituyentes celulares.

- C) Alteración de las moléculas de proteínas y de ácidos nucleicos. La viabilidad de una célula esta vinculada con el mantenimiento de las moléculas de proteínas y ácidos nucleicos en su estado natural. Toda situación o sustancia que los altere, daña irreparablemente a la célula. - por ejemplo, las altas temperaturas o fuertes concentraciones de algunos agentes químicos causan la coagulación irreversible de estos constituyentes vitales.

En el cuadro B-1 se observan los diferentes agentes usados en el control de la vida microbiana, en relación con el grado de eficiencia.

CUADRO B-1 CONTROL DE VIDA MICROBIANA

A G E N T E	SANITIZACION		DESINFECCION		ESTERILIZACION	
	Temp.	Tiempo	Temp.	Tiempo	Temp.	Tiempo
Agua, detergente o agente químico ayudados por una acción mecánica.	93°C	15 min o más				
Germicidas químicos, alcohol, cloro, fenol, comps. cuaternarios de amonio.			Am-bien-te	10 min o más		
Vapor o agua hirviendo.			100°C	2 min o más		
Esporocida químico formaldehído, alcohol isopropílico					Am-bien-te	180 min
Aire caliente					160°C	120 min
Oxido de etileno (gas)					54°C 40°C	90 min 150 min
Vapor saturado a presión					140°C 132°C 121°C	1 min 2 min 12 min

FUENTE: Guthrie R., 1980

A continuación se enlista una recopilación de ventajas y desventajas de los desinfectantes más comunmente usados en la industria láctea.

CUADRO B-2 CARACTERISTICAS DE LOS DESINFECTANTES

CLORO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Buena eficiencia germicida</li> <li>- No tóxico en dilución</li> <li>- Acción rápida</li> <li>- Fácil de evaluar</li> <li>- Fácil de usar</li> <li>- Activo contra todos los microorganismos</li> <li>- No afectado por sales de aguas duras</li> <li>- Activo contra esporas a alta T° y largo tiempo</li> <li>- Activo contra bacteriófagos y virus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tóxico concentrado</li> <li>- Corto almacenamiento</li> <li>- Estabilidad en función de temperatura</li> <li>- Poca penetración</li> <li>- Afectado por materia orgánica</li> <li>- Afectado por pH bajo y Fe</li> <li>- Olor y sabor residual</li> <li>- Efecto sobre la piel</li> <li>- Corrosivo al acero</li> </ul>
YODO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Buena penetración</li> <li>- Fácil de cuantificar</li> <li>- Fácil de usar</li> <li>- No afecta a la piel</li> <li>- No corrosivo al acero inox.</li> <li>- Estable</li> <li>- Largo almacenamiento</li> <li>- Activo contra todos los microorganismos, excepto esporas bacterianas y bacteriófagos</li> <li>- Efectivo contra algunos virus</li> <li>- No afectado por sales de aguas duras</li> <li>- Control visual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Toxicidad en función de agente humectante y --- concentración</li> <li>- Almacenamiento en ---- función de T°</li> <li>- Afectado ligeramente -- por materia orgánica -- y pH alto</li> <li>- Olor y sabor residual</li> <li>- No usarse a T° 50°C.</li> <li>- Ataca superficies porosas y plásticas</li> </ul>
COMPS. CUATER NARIOS DE AMONIO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Buen almacenamiento</li> <li>- Excelente penetración</li> <li>- Estabilidad en el uso</li> <li>- Rápido</li> <li>- Poco afectado por mat. org.</li> <li>- Fácil de evaluar</li> <li>- Inodoro e insaboro</li> <li>- No afecta a la piel</li> <li>- No corrosivo</li> <li>- Estable a cambios de T°</li> <li>- Activo contra muchos microorganismos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eficiencia germicida selectiva y variada</li> <li>- Moderadamente tóxico en dilución y tóxico concentrado</li> <li>- Afectado por constituyentes del agua</li> <li>- Produce mucha espuma</li> <li>- No efectivo en destrucción de esporas y bacteriófagos o virus.</li> </ul>

## A N E X O C

## SISTEMA DE LIMPIEZA AUTOMATICO (C.I.P)

## Generalidades del CIP

=====

El sistema de limpieza automático CIP, ha venido a --  
reemplazar la limpieza manual en las plantas lecheras, en las  
cuales la automatización aunada con el uso del tiempo son la  
meta a alcanzar.

El sistema se puede describir como la circulación de  
fluidos de limpieza a través del equipo y tuberías conectadas  
para formar un circuito de limpieza.

La justificación del uso de este sistema, se fundamon  
ta en las siguientes razones:

- Las instalaciones de la industria láctea son cada -  
vez más complejas, por lo que una limpieza manual de las mismas  
entre periodos de producción es practicamente imposible debi  
do a la necesidad de desmontar el equipo.

- La configuración del material de las instalaciones  
hace fiffcil toda intervención manual, ya que la superficie a  
limpiar en gran parte no es accesible a la mano.

- En la mayoría de los casos, la limpieza se efectúa fuera de los horarios normales de producción, debido a lo cual es difícil contar con mano de obra especializada para estas tareas. El CIP automático ofrece para este propósito una alta confiabilidad.

- La posibilidad de reutilizar las soluciones detergentes, obteniendo de ellas una eficiencia elevada gracias a la facilidad de retornarlas a un tanque de almacenamiento en el cual su concentración es ajustada cuantas veces sean necesarias.

En el sistema de limpieza automático CIP, es importante considerar:

- A) Los materiales involucrados en el sistema y que responderán a los siguientes criterios:
1. Ser inertes respecto a el producto tratado.
  2. Ser inertes a las soluciones de limpieza.
  3. Tener facilidad para ser drenados.
  4. Ausencia de porosidad.
  5. Protección respecto a las contaminaciones exteriores.
  6. Resistencia a cambios térmicos.
- B) El tipo de suciedad a eliminar.

De esta manera, para propósitos de limpieza, las instalaciones de las lecherías se dividen en circuitos que pueden ser lavados a diferentes tiempos.

El equipo involucrado en cada circuito es un factor decisivo en los pasos que involucre un programa de CIP. Es posible, por lo tanto una distinción general entre:

- I. Programas del CIP para circuitos que comprenden tuberías, tanques y otros equipos de proceso sin superficies calientes.
- II. Programas de CIP para circuitos que incluyen pasteurizadores y otros equipos con superficies calientes.

La diferencia básica entre los dos tipos de sistemas, se encuentra en que un paso de circulación ácida debe ser siempre incluido en el segundo tipo con el fin de remover la proteína incrustada de las superficies del equipo de tratamiento con calor.

Entre los factores que determinan el diseño de una estación CIP encontramos:

- a) La definición del número de circuitos individuales a los cuales se les dará servicio y cuales de ellos tienen una operación en frío o en caliente.
- b) La determinación del modo de utilización de las soluciones detergentes en función de si serán o no recuperadas.

- c) La elección del método de desinfección, ya sea químico, -- con vapor o con agua caliente.

#### Tipos de sistemas de limpieza automática CIP

=====

Existen dos sistemas básicos para efectuar la limpieza, el sistema de utilización única y el sistema de reutilización, actualmente se cuenta con los sistemas combinados que utilizan las mejores características de los dos sistemas mencionados y que nosotros lo llamaremos sistema de utilización múltiple.

#### A) Sistema de utilización única.

En estos sistemas los detergentes son usados solamente una vez en la limpieza, esta condición particular implica que se debe hacer una buena selección de los componentes del detergente para que sean eficaces en un tiempo determinado y no deteriorarse si las soluciones se conservan. La concentración de los detergentes es ajustada manualmente y el consumo de los mismos es alto, haciendo la operación costosa.

En general, estos sistemas son pequeñas unidades colocadas cerca de las instalaciones a lavar, con lo cual se logra que las cantidades de productos químicos y agua sean relativamente pequeñas.

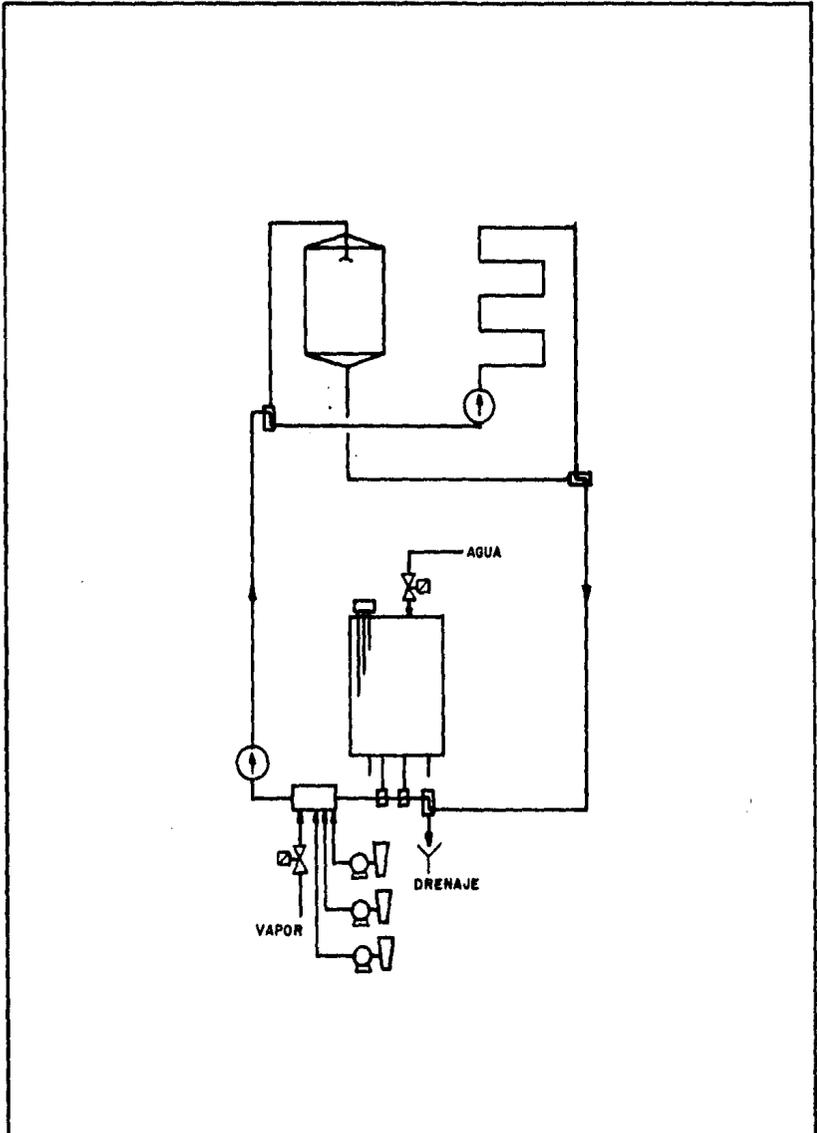
Existe una variante en este sistema, en el cual puede recuperarse el agua de enjuague y las soluciones detergentes provenientes de un ciclo precedente para efectuar un preenjuague dentro del próximo ciclo a lavar, pero esto no es recomendable en circuitos que han sido tratados termicamente debido a la gran cantidad de residuos que contienen.

### Descripción

La figura C-1 muestra el circuito de un sistema de -- utilización única que consta de los siguientes elementos:

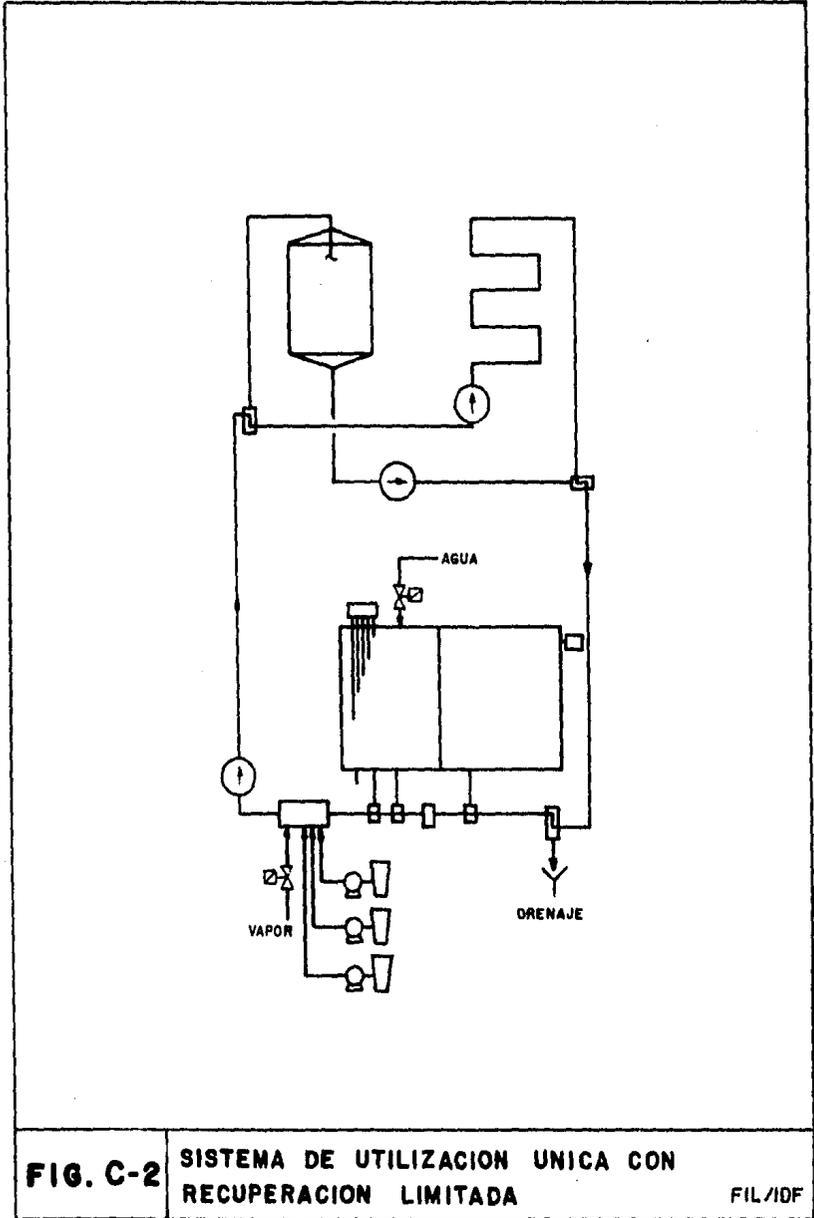
- Bomba, un tablero de control de temperatura, válvulas solenoides que controlan el aire comprimido, registradores de temperatura y presión.
- Juego de bombas dosificadoras para los detergentes y desinfectantes.
- Una unidad de programación que permite el control - del programa de un ciclo de lavado.

La figura C-2 muestra el circuito para un sistema de utilización única con recuperación limitada. En este caso es previsto un tanque suplementario con electrodos de nivel superior para recibir el agua de lavado y de enjuague para el - próximo ciclo de prelavado.



**FIG. C-1** SISTEMA DE UTILIZACION UNICA

FIL/IDF



**FIG. C-2** SISTEMA DE UTILIZACION UNICA CON RECUPERACION LIMITADA

FIL/IDF

### Programa de lavado del sistema de utilización única

La secuencia de limpieza típica para un tanque con este tipo de sistema, ocupa un programa de 20 minutos distribuidos en la siguiente forma:

1. Tres preenjuagues de 20 seg con intervalos de 40 - seg para ayudar a remover la suciedad.
2. Dosificación del agente de limpieza e inyección de vapor para obtener la temperatura deseada. El tiempo del ciclo es de 10 a 12 min y enseguida las soluciones son evacuadas o recuperadas en un tanque.
3. Dos enjuagues intermedios con agua fría, con un intervalo de 40 seg con el fin de permitir que el agua sea evacuada o recuperada.
4. Recirculación de detergente ácido por 3 min.

El medio de limpieza varia, pero una técnica general sería usar:

1. Un medio de limpieza alcalino, concentración de 0.2 a 0.5%.
2. Producto químico conteniendo emulsificantes, surfactantes y antiespumantes; su concentración puede ser de 0.8% en función del trabajo.
3. Agente sanitizante líquido clorado, a una concentración de 50-100 ppm en función del trabajo.
4. Un medio de limpieza ácido, a una concentración de 0.08% a 1.0% en función del trabajo.

## B) Sistema de reutilización.

Este sistema se fundamenta en la recuperación de soluciones detergentes para su reuso, es recomendable en lecherías, ya que normalmente los detergentes usados en éstas no son muy sucios y pueden volverse a utilizar.

El sistema de reutilización o centralizado, establece una estación central en la que los fluidos de limpieza son alimentados por un conjunto de tuberías a todos los circuitos previamente definidos en la planta, en este caso los fluidos retornan a la estación central y son dirigidos a sus respectivos tanques colectores para volverse a utilizar después de corregir su concentración.

El sistema trabaja bien en muchas plantas, sin embargo, obliga a usar cantidades elevadas de detergente concentrado ya que las distancias entre la estación central y el circuito en sí son largas y requieren de grandes volúmenes de líquido en las tuberías.

### Descripción

El sistema cuenta con el siguiente equipo y accesorios:

- Tanque para detergentes alcalino y ácido
- Tanque de agua
- Tanque de retorno de agua (si es requerido)
- Sistema de calentamiento

- Bombas de alimentación y retorno
- Unidad de control que asegure la secuencia automática de las operaciones de limpieza pre-determinadas.
- Válvulas de control remoto e instrumentos de medición.

En el tipo centralizado, los fluidos de limpieza se alimentan fríos a los pasteurizadores y circuitos que incluyen equipo de tratamiento de calor y en el caso de circuitos sin tratamiento térmico como tuberías y tanques, los fluidos se calientan desde la estación central. Una vez saturadas de impurezas las soluciones detergentes, se eliminan y los tanques de almacenamiento deberán lavarse y llenarse nuevamente.

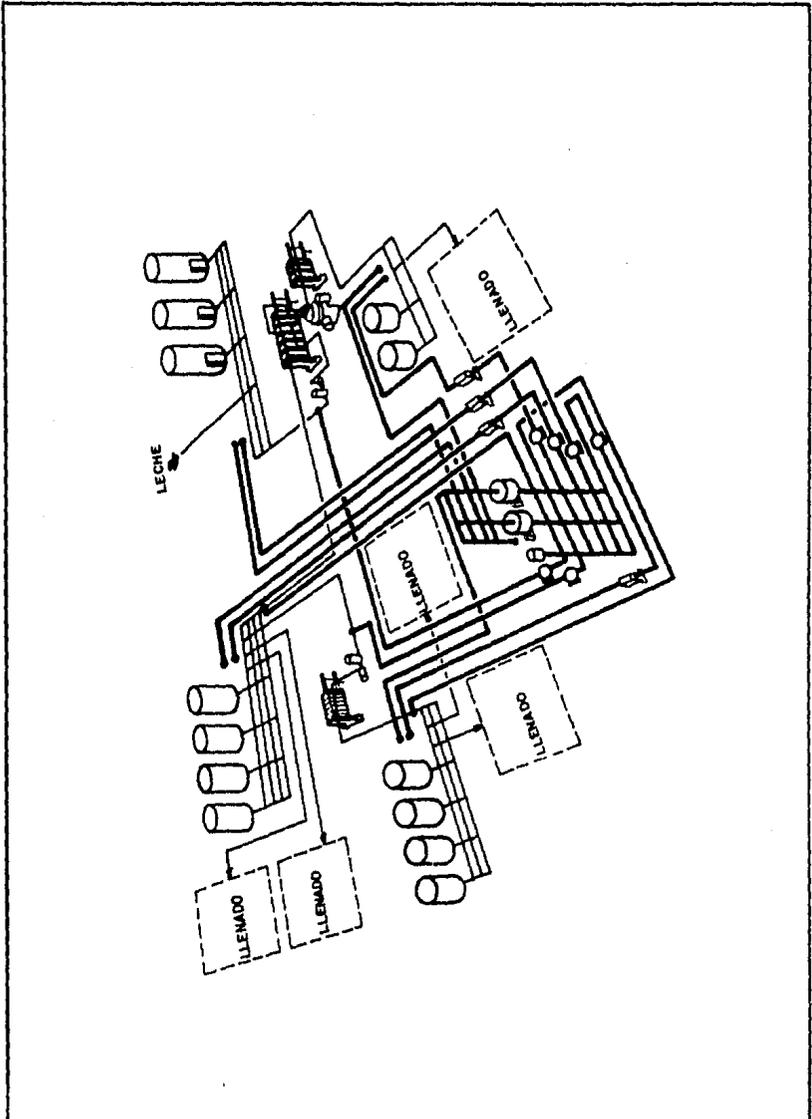
En la figura C-3 se ilustra un esquema general del sistema de reutilización.

### Programa de lavado del sistema de reutilización

Un programa general de lavado para un tanque y tuberías con recuperación, podría ser como sigue:

#### 1. Preenjuague:

- .. Puede ser con agua de recuperación o directa.
- .. Tiempos variables.
- .. El agua de enjuague puede evacuarse o circularse un tiempo y después drenarse.



**FIG. C-3** ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA DE RE-UTILIZACION

ALFA-LAVAL

- .. Si es necesario puede agrgarse en esta etapa -- productos químicos y así se obtendrá mayor eficiencia.

## 2. Recirculación de producto detergente:

- .. Se alimenta la solución detergente de los tanques de almacenamiento.
- .. El tiempo puede ser variable.
- .. Se puede utilizar un intercambiador a placas o calentar la solución en el tanque de almacenamiento .
- .. Las soluciones detergentes pueden ser recuperadas o evacuadas.

## 3. Enjuague intermedio:

- .. Etapa similar al preenjuague, pero sin uso de detergente.

## 4. Recirculación de detergente ácido:

- .. Etapa similar a el circuito de detergente alcalino.
- .. Se pueden variar los tiempos y temperaturas en función del equipo a lavar.

## 5. Desinfección:

- .. Etapa similar al circuito de detergente ácido, pero sin necesidad de calentar la solución desinfectante.
- .. Puede también efectuarse con agua caliente variando tiempos y temperaturas.

## 6. Enjuague final con agua:

- .. Se puede incluir en los programas de limpieza de tuberías, pasteurizadores y tanques a 90°C.
- .. Puede adicionarse en este enjuague un poco de desinfectante, pero depende de la legislación del país.

### C) Sistema de utilización múltiple.

El sistema es de utilidad en plantas donde las distancias entre la estación central CIP y los circuitos es muy --- grande.

Comprende pequeñas unidades CIP cerca del equipo a lavar, pero los fluidos son distribuidos por una unidad central de almacenamiento. Después de usarlos, los fluidos son retornados a la unidad central. El volumen utilizado en cada programa corresponde a las necesidades del circuito a lavar y por consecuencia los consumos de agua, vapor, detergente y energía son mínimos.

Estas unidades son previstas para el lavado de tanques y tuberías, funcionan automáticamente con programas controlados que comprenden diferentes posibilidades de limpieza de -- acuerdo a las necesidades requeridas.

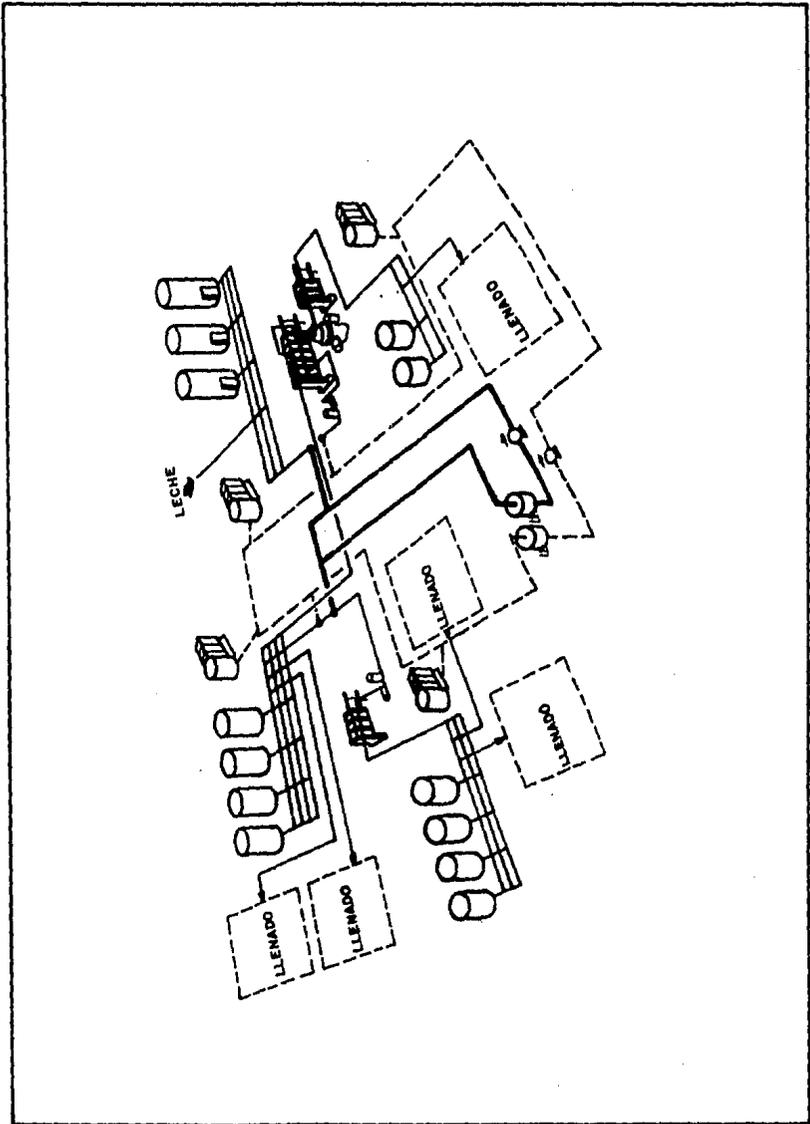
### Descripción

El sistema además de poseer un equipo necesario de --

una unidad central CIP, cuenta con los siguientes elementos - para cada una de sus unidades CIP periféricas.

- Un tanque con capacidad para el volumen del circuito más el volumen de la instalación a lavar, el -- cual queda comunicado con la tubería de los deter-- gentes y enlascado a la red de agua.
- Intercambiador de calor a placas.
- Bomba de circulación.
- Válvulas de diferentes tipos.
- Elementos de control.
- Tablero de control con su unidad de programa.
- Instalación para soluciones alcalinas y ácidas.
- Tubería, válvulas y juntas para el enlace de circulos a lavar.
- Purga de aire para evacuar el circuito.

La figura C-4 muestra un esquema general del sistema de utilización múltiple.



**FIG. C-4** ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA DE UTILIZACION MULTIPLE

ALFA-LAVAL

### Programa de lavado sistema de utilización múltiple

La figura C-5 presenta graficamente una secuencia del primer paso en un programa de limpieza de un tanque con el sistema CIP de utilización múltiple.

El agua es alimentada a través de un intercambiador de calor donde se calienta a la temperatura deseada (fig.C-5a) al alcanzar el volumen deseado en el tanque "batch", se detiene el suministro de agua y se empieza a alimentar del tanque "batch" al circuito (fig.C-5b). Al vaciarse el tanque el programa se cambia a un enjuague circulatorio por un tiempo preestablecido (fig.C-5c). Estando el tanque "batch" vacio durante la circulación, se puede proceder normalmente a la siguiente fase del programa que se este corriendo (llenar el tanque con detergente o con agua), permitiendo así que la secuencia de eventos en cada paso sea la misma:

- Llenado del tanque
- Alimentación del "batch" al circuito
- Circulación y drenaje del circuito.

El agua es enviada al drenaje, mientras que los detergentes son retornados después de su uso a tanques colectores.

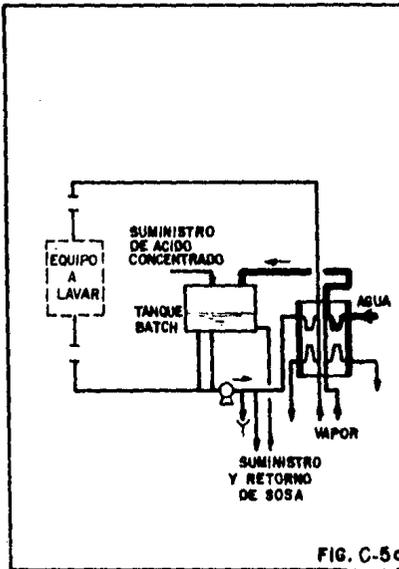


FIG. C-5a

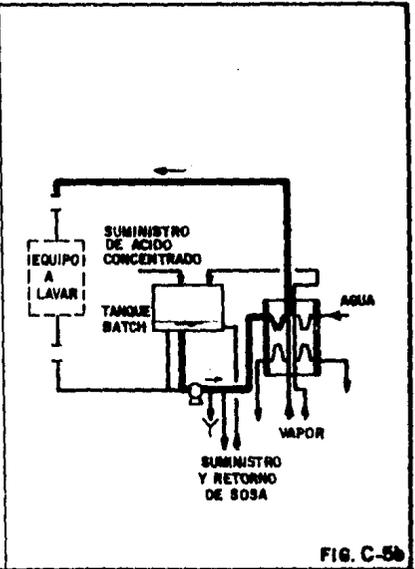


FIG. C-5b

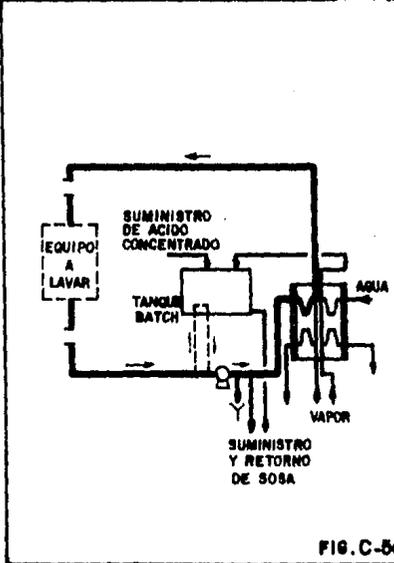


FIG. C-5c

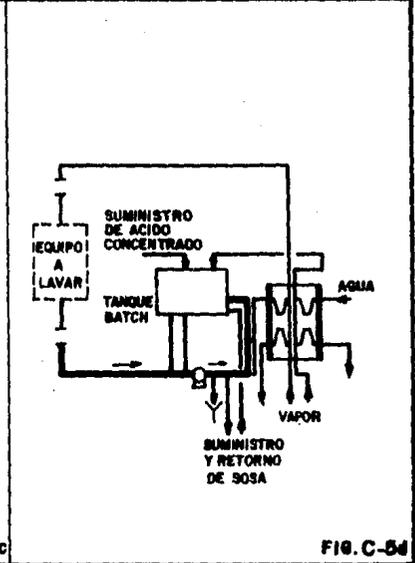


FIG. C-5d

**FIG. C-5 LAVADO DE TANQUE - SIST. UTILIZACION MULTIPLE ALFA-LAVAL**

Criterios de instalación para el sistema de limpieza

=====

automático CIP

=====

Para las instalaciones del sistema CIP, se deben considerar ciertos puntos principales basados en la experiencia práctica y dentro de los cuales encontramos:

1. Arrastre con aire comprimido.

Con el fin de eliminar el producto y los detergentes de tuberías, se recurre a el uso de aire comprimido; esta instalación se justifica ya que:

- a) El tipo de material no permite un drenado normal satisfactorio.
- b) Una pendiente en las tuberías, no puede a veces asegurar y evitar que se quede producto en los tanques y el arrastre con aire puede ser una solución a éste problema.
- c) Un sistema CIP se basa en la recuperación de detergentes y esta se puede lograr mediante la ayuda del aire.
- d) El arrastre con aire permite reducir el volumen de efluentes y de recuperar productos costosos.

El aire comprimido utilizado deberá poseer una buena calidad higiénica.

Será necesario proveer la colocación de válvulas especiales de drenado en ciertos puntos dentro del circuito para

permitir:

- Mandar todo el producto fuera de las tuberías hacia la siguiente etapa de operación o hacia la zona de recuperación de producto.
- Mandar el detergente y el agua fuera de las instalaciones CIP (en general, en los casos de sistemas de recuperación) hacia el siguiente tanque y de éste - tanque, de nuevo hacia la instalación CIP.

## 2. Lavado de tanque.

### a) Alimentación.

El llenado de un tanque se hace para evitar la formación - de hongos. La alimentación por el fondo con la ayuda de un sistema de alimentación-drenado, ofrece las más grandes facilidades de lavado en todos los casos. Si el tanque sirve de intermediario y sucesivamente se llena y vacía, es conveniente que los sistemas de alimentación y drenado estén separados.

### b) Drenado.

El tanque debe presentar un tanque uniformemente inclinado y una evacuación no curvada o tener un fondo cónico será preferible si un sistema anti-vortex cruciforme es adaptado al sistema de evacuación, el cual impedirá la rotación

natural del líquido. En el sistema de evacuación no curvado, debe ser prevista una sonda de control que indique el vaciado completo del recipiente

c) Agitadores

Los agitadores deben ser controlados en proporción a el nivel del líquido.

d) Dispersores.

El lavado de un tanque puede efectuarse de dos formas, ya sea por presiones bajas o medias, o por chorros de fuerte presión.

Los sistemas de dispersión deberán permitir la proyección de las soluciones detergentes sobre toda la superficie a lavar.

Existen diferentes tipos de salidas y diversos arreglos, pero todas necesitan una presión de  $1.5 \text{ Kg/cm}^2$ . Si la presión es demasiado elevada, se producirá una atomización y una presión más baja reducirá la fuerza de dispersión del líquido y por lo tanto se efectuará un lavado insuficiente.

e) Dispersores fijos.

Estos dispersores son sistemas fijos, en los cuales las perforaciones deberán ser colocadas en función del trabajo a efectuar, se vacian ellos mismos y necesitan poco mantenimiento, no son sensibles a variaciones de presión.

Estos dispersores consumen relativamente cantidades considerables de líquido y de hecho sus perforaciones deben ser cuidadosamente calculadas, e igualmente situadas en los tanques.

f) Sistemas de chorros rotativos.

Pueden ser de chorro único o chorros múltiples. Los modelos múltiples son utilizados en los tanques provistos de agitadores combinados, los sistemas rotativos de chorro único proyectan la mayor parte de las soluciones hacia enfrente del tanque y son convenientes particularmente en tanques provistos de agitadores horizontales, una ventaja que presentan es que pueden facilmente cambiar su flujo. En general con los sistemas rotativos, el flujo puede ser más débil que para los dispersores fijos. Todos los sistemas rotativos tienen la desventaja de poder ser bloqueados por impurezas y no asegurar el lavado.

g) Gasto

El gasto de soluciones de lavado en tanques, depende de la presencia de agitadores y del número de dispersores. La cantidad mínima de líquido utilizado en un lavado de un tanque, corresponde a la cantidad que permite cubrir las paredes del tanque.

### 3. Lavado de circuitos.

#### a) Llenado.

El circuito a lavar debe ser llenado tomando en cuenta los siguientes puntos:

- Debe asegurarse un gasto mínimo de 1.0 - 1.5 m/seg
- Una contrapresión suficiente debe ser mantenida en el interior del circuito.

#### b) Puntos muertos.

Los circuitos no deben presentar ángulos muertos que ocasionen problemas al lavar.

#### c) Drenado.

Debe ser posible vaciar todas las tuberías, ya sea por evacuación normal o por arrastre con aire.

#### d) Uniones.

Las tuberías son unidas entre sí por la ayuda de empaques, se debe tener mucho cuidado con éstos, ya que con el tiempo se pueden reblandecer y ocasionar lavados insuficientes debido a las fugas que se pueden presentar.

Control de la eficiencia de lavado en el sistema (4)  
=====

La verificación de la eficiencia del lavado, comprende una inspección visual y un control microbiológicos de superficies y circuitos.

A) Inspección visual.

La inspección visual puede hacerse, ya sea utilizando luz ordinaria o ultra violeta. Después de un lavado, las pruebas siguientes pueden ser aplicadas a las superficies sometidas a limpieza:

1. Alguna señal fluorescente visible sobre las superficies - cuando se aplica una longitud de onda de UV de 340-380 nm, es señal que el lavado no fué del todo eficiente.
2. Después de desinfectar las superficies, no debe ser causa de contaminación o daño para los productos que serán puestos en contacto con la misma.
3. La presencia de color, de residuos de materia grasa, de polvo, de películas duras, son índices de una inadecuada - utilización del detergente o una mala dosificación, de una temperatura o un tiempo de contacto incorrecto, o un enjuague final insuficiente.

## B) Control microbiológico.

Una vez efectuada la desinfección, se procede a efectuar una detección bacteriológica en la superficie del material y materia prima.

Para éste fin podemos utilizar diferentes formas de análisis:

1. Contacto con hisopo. Frotando un hisopo húmedo y estéril - sobre las superficies y sembrando el agua de éstas sobre un tubo o caja de Petri.
2. Aplicando sobre la superficie limpia un medio de cultivo - sólido que se incuba directamente.
3. Efectuar un análisis microbiológico de la materia prima an - tes y después de ponerse en contacto con el material desin - fectado. Este es el método más significativo.

### Determinación de resultados microbiológicos (4)

=====

Algunos países han determinado normas sanitarias para cierto tipo de instalaciones, en número de colonias por unidad de superficie, por ejemplo:

La Asociación Americana para la Salud Pública, considera que el lavado de instalaciones lecheras es considerado - como correcto si de 4 muestras por "hisopo" encontramos 3 don

de el número de gérmenes no exceda de 100 en una superficie de  $2.5 \text{ cm}^2$  y si se constata la ausencia de coliformes, levaduras y hongos sobre una superficie de  $30 \text{ cm}^2$ .

## BIBLIOGRAFIA

1. Alais Charles  
"Ciencia de la Leche - Principios de Técnica Lechera"  
3a. Edición  
Cia. Editorial Continental, S.A. de C.V. (1981)
  
2. Alfa - laval  
"Cipal Systeme de Nettoyage Satellite pour Equipement  
de Laiterie"  
Anderson & Lembice Hgg. A.B., Sweden (1978)
  
3. Alfa - laval  
"Dairy Handbook"  
Alfa-laval A.B., Lund Sweden (1980)
  
4. FAO  
"Manual de Métodos de Análisis Microbiológicos"  
Equipo Regional de Fomento y Capacitación en Lechería  
para América Latina"  
Santiago, Chile. (1981)
  
5. Farrall A.W.  
"Ingeniería para la Industria Lechera"  
1a. Edición en español  
Editorial Herrero (1963)
  
6. Federation Internationale de Laiterie/International  
Dairy Federation (FIL/IDF)  
"Description et Utilisation des Systemes CIP dans  
l'Industrie Laitiere"  
Bulletin 117. (1979)

7. Frazier W.C.  
"Microbiología de los Alimentos"  
2a. Edición  
Editorial Acribia (1976)
  
8. Guthrie Rufus K.  
"Food Sanitation"  
2nd. Edition  
The AVI Publishing Company, Inc.  
Westport, Connecticut (1980)
  
9. Gutierrez C. Mario  
"Manual de Análisis Cuantitativo"  
Comisión de Operación y Fomento de Actividades  
Académicas.  
I.P.N. México (1964)
  
10. Henderson James L.  
"The Fluid-Milk Industry"  
Third Edition  
The AVI Publishing Company, Inc.  
Westport, Connecticut (1971)
  
11. Jowitt Ronald  
"Hygienic Design and Operation of Food Plant"  
The AVI Publishing Company, Inc.  
Westport, Connecticut (1980)
  
12. Morrison R., Boyd R.  
"Química Orgánica"  
Fondo Educativo Interamericano, S.A. (1976)

13. ORZA, S.A.  
Productos Químicos Industriales (Fabricante)  
Boletín Técnico  
México (1980)
  
14. Pelzcar M., Reid R. y Chan E.C.S.  
"Microbiología"  
2a. Edición en español  
Mc Graw-Hill (1982)
  
15. Pointurier H. et Adda J.  
"Beurrerie Industrielle"  
La Maison Rustique, Paris (1969)
  
16. Química Henkel, S.A. de C.V. (Fabricante)  
Boletín Técnico  
México (1981)
  
17. Revilla Aurelio  
"Tecnología de la Leche"  
Editorial Herrero Hermanos, S.A.  
México (1981)
  
18. Secretaria de Salubridad y Asistencia  
"Técnicas para el Muestreo y Análisis Microbiológicos  
de Alimentos"  
Dirección General de Investigación en Salud Pública.  
México (1975)

19. Veisseyre R.  
"Technologie du Lait"  
3er. Edition  
La Maison Rustique, Paris (1975)