



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

REESTRUCTURACIÓN AL PROCESO DE LIMPIEZA DE LAS LÍNEAS DE ENVASADO, EN UNA PLANTA DE ALIMENTOS

Walter Rolando Villatoro Hernández

Asesorado por la Inga. Lorena Victoria Pineda Cabrera

Guatemala, febrero de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**REESTRUCTURACIÓN AL PROCESO DE LIMPIEZA DE LAS LÍNEAS DE
ENVASADO, EN UNA PLANTA DE ALIMENTOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN DEL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
(E.P.S.)

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

WALTER ROLANDO VILLATORO HERNÁNDEZ

ASESORADO POR LA INGA. LORENA VICTORIA PINEDA CABRERA
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

GUATEMALA, FEBRERO DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO: Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I: Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II: Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III: Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV: Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V:
SECRETARIA: Ing. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO: Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR: Ing. Orlando Posadas Valdez
EXAMINADOR: Ing. Jaime Domingo Carranza Gonzáles
EXAMINADORA: Ing. Teresa Lisely de León Arana
SECRETARIO: Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación del ejercicio profesional supervisado (E.P.S.) titulado:

REESTRUCTURACIÓN AL PROCESO DE LIMPIEZA DE LAS LÍNEAS DE ENVASADO, EN UNA PLANTA DE ALIMENTOS,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, el 03 de mayo de 2007.

Walter Rolando Villatoro Hernández



Guatemala, 24 de julio de 2007
Ref. EPS. C. 436.07.07

Ing. Angel Roberto Sic García
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Sic García.

Por este medio atentamente le informo que como Asesora - Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Química, **WALTER ROLANDO VILLATORO HERNÁNDEZ**, procedí a revisar el informe final de la práctica de EPS, cuyo título es **“REESTRUCTURACIÓN AL PROCESO DE LIMPIEZA DE LAS LÍNEAS DE ENVASADO EN UNA PLANTA DE ALIMENTOS”**.

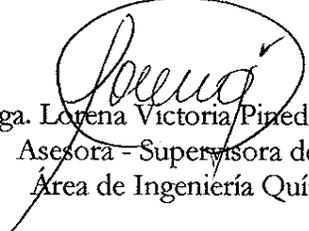
Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“D y Enseñad a Todos”


Inga. Lorena Victoria Pineda Cabrera
Asesora - Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Química



LVPC/jm



Guatemala, 24 de julio de 2007
Ref. EPS. C. 436.07.07

Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía
Director de la Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Álvarez Mejía.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"REESTRUCTURACIÓN AL PROCESO DE LIMPIEZA DE LAS LÍNEAS DE ENVASADO EN UNA PLANTA DE ALIMENTOS"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **WALTER ROLANDO VILLATORO HERNÁNDEZ**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Lorena Victoria Pineda Cabrera.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora - Supervisora de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido; solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"D y Enseñad a Todos"

Ing. Angel Roberto Sic García
Director Unidad de EPS



ARSG/jm

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, 30 de octubre de 2,007.

Ingeniero
Williams Guillermo Álvarez Mejía
Director Escuela Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Presente.

Estimado Ingeniero Álvarez.

Informo a usted que he revisado el informe final del trabajo de Graduación del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) titulado: **“REESTRUCTURACIÓN AL PROCESO DE LIMPIEZA DE LAS LINEAS DE ENVASADO EN UNA PLANTA DE ALIMENTOS”** del estudiante **Walter Rolando Villatoro Hernández**, Camé No. **1998-11189**

Considero que esta apto para proseguir con los trámites para su graduación.

Sin otro particular y agradeciéndole la atención a la presente, me suscribo de usted.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Una firma manuscrita en tinta negra, que parece ser la del Dr. Adolfo Narciso Gramajo Antonio.

Dr. Adolfo Narciso Gramajo Antonio
REVISOR



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Química Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía M. Sc. Después de conocer el dictamen del Asesor con el Visto Bueno del Jefe del Departamento al trabajo de Graduación del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) del estudiante **Walter Rolando Villatoro Hernández** titulado: **“REESTRUCTURACIÓN AL PROCESO DE LIMPIEZA DE LAS LÍNEAS DE ENVASADO, EN UNA PLANTA DE ALIMENTOS”**, procede a la autorización del mismo.


Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía
DIRECTOR ESCUELA INGENIERÍA QUÍMICA



Guatemala, febrero de 2,008



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de graduación titulado: **REESTRUCTURACIÓN AL PROCESO DE LIMPIEZA DE LAS LÍNEAS DE ENVASADO, EN UNA PLANTA DE ALIMENTOS**, presentado por el estudiante universitario **Walter Rolando Villatoro Hernández**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

A large, handwritten signature in black ink, appearing to read "Murphy Olimpo Paiz Recinos".

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, febrero de 2008

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

Por todas las bendiciones que me ha brindado, por iluminarme y fortalecerme en los momentos más difíciles de mi vida. Señor, que me falte todo, menos tú.

MIS PADRES

**ROLANDO AUGUSTO VILLATORO VILLATORO Y
MARINA ANTONIETA HERNÁNDEZ DE
VILLATORO**

Por haberme dado la vida, por todos sus sacrificios, sus oraciones y por el apoyo incondicional que siempre me han brindado. Espero se sientan orgullosos de mí. Los quiero y estoy seguro que son los mejores padres que Dios pudo haberme dado.

MI ESPOSA

SANDY JOHANA RODRÍGUEZ BARRERA

Por tu cariño y amor incondicional. Estoy seguro que mi vida sin ti no sería la misma. Este triunfo también es tuyo.

MIS HERMANOS

ROSARIO, DONIS, SELVYN, ELDER Y JAIRON

Por ese apoyo y cariño incondicional, espero que cumplan cada una de sus metas.

MI FAMILIA

Por su cariño y apoyo.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Sin lugar a dudas la mejor Universidad de Guatemala. En sus salones de clase aprendí que la perseverancia es clave para el éxito. Me siento orgulloso y honrado de ser sancarlista.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	III
LISTA DE SÍMBOLOS	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	IX
OBJETIVOS	XI
INTRODUCCIÓN	XIII
1. ANTECEDENTES	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Definición de sanitizante	3
2.2 Cómo se desempeña un sanitizante	5
2.2.1 Destrucción de membrana celular	6
2.2.2 Inhibición de la alimentación bacteriana y de la eliminación de desechos.....	6
2.2.3 Inactivación de enzima crítica	6
2.3 Características de los sanitizantes a evaluar	7
2.3.1 Ácido Peroxacético	7
2.3.2 Amonio Cuaternario	7
2.3.3 Hipoclorito de Sodio	8
2.3.4 Yodo Polimérico	9
2.4 Normas y legislación	9
2.4.1 Normas Guatemaltecas	9
2.4.2 Normas Internacionales	13
2.5 Limpieza y sanitización de equipos en la industria alimentaria	16
2.5.1 Tipos de limpieza	16

2.5.1.1	Limpieza física	17
2.5.1.2	Limpieza química	17
2.5.1.3	Limpieza microbiológica	17
2.5.2	Fases de una limpieza	18
2.5.3	Propiedades de las soluciones de limpieza	19
2.5.4	Secuencia de limpieza	26
2.6	Sistemas de limpieza “in situ” (en su lugar).....	28
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN	33
3.1	Metodología	33
3.2	Resultados	33
3.3	Discusión de resultados	48
4.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	51
4.1	Metodología.....	51
4.2	Resultados	52
4.3	Discusión de resultados	61
5.	FASE DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE.....	63
5.1	Metodología	63
5.2	Resultados	65
5.3	Discusión de resultados	65
	CONCLUSIONES	67
	RECOMENDACIONES	69
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
	BIBLIOGRAFÍA	73
	APÉNDICES	
	ANEXOS	75

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Vista microscópica de la superficie de una tubería de acero inoxidable	15
2.	Diagrama de los efectos químicos y mecánicos para superar las fuerzas que mantienen a las impurezas unidas con la superficie.....	18
3.	Acción sobre la suciedad depositada sobre una tubería, de distintas soluciones de limpieza	22
4.	Unidad CIP correspondiente a un sistema descentralizado de limpieza.....	27
5.	Gráfico que muestra la curva de muerte de bacterias en función del tiempo para el sanitizante: Ácido Peroxacético	35
6.	Gráfico que muestra la curva de muerte de bacterias en función del tiempo para el sanitizante: Amonio Cuaternario	37
7.	Gráfico que muestra la curva de muerte de bacterias en función del tiempo para el sanitizante: Hipoclorito de Sodio	39
8.	Gráfico que muestra la curva de muerte de bacterias en función del tiempo para el sanitizante: Yodo Polimérico	41
9.	Fotografías de personal asistente a la capacitación	75

TABLAS

I	Comparación entre las ventajas y desventajas que se tienen entre la desinfección química y la térmica.....	21
II	Ejemplos de soluciones de limpieza que pueden ser utilizadas en los procedimientos de limpieza.....	24

III	Tiempos promedio y secuencia que se debe seguir en la limpieza de depósitos y tuberías.....	26
IV	Comparación entre los sistemas centralizados y descentralizados CIP	29
V	Resultados de Swab test para Ácido Peroxacético a diferentes concentraciones	34
VI	Resultados de Swab test para Amonio Cuaternario a diferentes concentraciones	36
VII	Resultados de Swab test para Hipoclorito de Sodio a diferentes concentraciones	38
VIII	Resultados de Swab test para Yodo Polimérico a diferentes concentraciones	40
IX	Resultados antes y después de cada limpieza utilizando el nuevo procedimiento. Sanitizante utilizado. Ácido Peroxacético	42
X	Resultados antes y después de cada limpieza utilizando el nuevo procedimiento. Sanitizante utilizado. Yodo Polimérico	43
XI	Resultados antes y después de cada limpieza utilizando el antiguo procedimiento. Sanitizante utilizado. Acido Peroxacético	44
XII	Resultados antes y después de cada limpieza utilizando el antiguo procedimiento. Sanitizante utilizado. Yodo Polimérico	45
XIII	Dosificaciones a utilizar en el proceso de limpieza de la línea 1	50

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Ppm	Partes por millón
%	Porcentaje
$[]_0$	Concentración inicial

GLOSARIO

Agua	Es un compuesto químico formado por dos partes de hidrógeno y una parte de oxígeno, en volumen. Puede tener en solución o en suspensión a otros materiales sólidos, líquidos o gaseosos. Su fórmula es H ₂ O.
Ácido	Compuesto químico cuyo potencial (PH) es inferior a 7.
Alcalino	Compuesto químico cuyo potencial (PH) es superior a 7.
Alimento	Cualquier sustancia ingerida por un organismo para su crecimiento y mantenimiento.
Coliformes	Grupo de bacterias que pueden ser de origen fecal o ambiental y se utilizan como indicadores de la posible presencia en el agua de organismos que ocasionan enfermedades.
Contaminación	Es la introducción o presencia de un contaminante en los alimentos o en el medio ambiente alimentario.
Detergente	Es una sustancia química que se usa para eliminar la suciedad y la grasa de una superficie.
Documentación	Documento o conjunto de documentos, que sirven para la identificación personal o para documentar o acreditar algo.
Inocuidad	Garantía que los alimentos no causaran daños al consumidor final.

Limpieza Es la eliminación de residuos alimenticios, grasa y suciedades.

pH Método que indica la concentración de iones hidrógenos en una disolución. Se trata de una medida de la acidez de la disolución.

Sanitización: Limpieza profunda con acción bactericida, fungicida, algicida y viricida de amplio espectro. Implica que las áreas así designadas se encuentran libres de gérmenes

RESUMEN

Para llevar a cabo la reestructuración de los procedimientos de limpieza en las líneas de envasado de la planta de Alimentos XXX, primero se realizó un estudio de campo para determinar cuáles eran las condiciones en que se desarrollaba la limpieza en los equipos de cada una de las líneas. Debido a que no se tenía establecido un procedimiento estándar que pudiera garantizar la inocuidad del producto final, el presente trabajo se enfoca a estudiar los procedimientos actuales y luego reestructurarlos para que éstos puedan garantizar que no existirá contaminación cruzada y/o microbiológica.

Para llegar a reestructurar los procedimientos de limpieza se realizaron pruebas microbiológicas dentro del laboratorio para determinar cuál de los sanitizantes (Ácido Peroxacético, Amonio Cuaternario, Hipoclorito de Sodio y Yodo Polimérico) llenaba los requisitos necesarios para poder garantizar la inocuidad, de ello se llegó a determinar que a concentraciones de 400ppm el Ácido Peroxacético y el Yodo Polimérico ofrecían resultados satisfactorios, por lo que podrían ser utilizados, además de ello se cuenta en la planta con un limpiador alcalino y un jabón desengrasante neutro para realizar el proceso, las dosificaciones de estos productos se desarrollan según indicaciones de proveedor.

Habiendo hecho el estudio a nivel de laboratorio y reestructurado los procedimientos se realizaron pruebas en planta en cada una de las líneas, para observar los resultados aplicando los nuevos procedimientos en comparación de los anteriores; para ello se uso la técnica de swab test.

Este Ejercicio Profesional Supervisado aporta a la planta de Alimentos XXX, un manual de procedimientos estándar de limpieza que puede ser aplicado a diferentes líneas de envasado de alimentos, para poder garantizar la calidad del producto final y poder ser competitivos en el mercado.

OBJETIVOS

❖ **General**

Realizar un estudio del estado actual de cada uno de los procedimientos actuales y proponer nuevos procedimientos de limpieza en líneas de envasado.

❖ **Específicos**

1. Realizar el diagnóstico actual de los procedimientos de limpieza y determinar cuáles pueden ser los posibles focos de contaminación.
2. Determinar la dosificación óptima y efectiva de cada uno de los productos sanitizantes utilizados en el proceso de limpieza.
3. Buscar la propuesta idónea al mejoramiento del proceso de limpieza en las líneas de envasado.
4. Optimizar los recursos tiempo y productos para el desarrollo del plan de limpieza basado en los resultados de investigación.
5. Creación de manual de procedimientos formatos de control.
6. Capacitar al personal responsable de los procedimientos de limpieza.
7. Llevar a la práctica los cambios sugeridos de cada uno de los procedimientos de limpieza para las líneas de envasado.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de este trabajo se dio en una empresa conocida a nivel nacional, dedicada a la fabricación de alimentos de consumo humano; como parte del Ejercicio Profesional Supervisado, se pretende apoyar a empresas nacionales como ésta al mejoramiento de sus procesos, en este caso se dio apoyo en la búsqueda de la estandarización y documentación de los procedimientos de limpieza en las líneas de envasado, con ello se llegará a tener procesos más eficientes e inocuos que permitan producir productos de calidad con los que se pueda competir a nivel nacional así como en los países a los que se exporta.

Para ello se realizaron tres fases, una de investigación, servicio técnico profesional y docencia con las que se brindó apoyo a la industria nacional, para ello se procedió a realizar una investigación de campo de cada uno de los procesos de limpieza en el área, buscando en primera instancia la optimización, documentación y capacitación del personal dedicado al área, como profesional se llegaron a aplicar las técnicas y estrategias en el área de ingeniería.

Para ello se contó con el apoyo de personal del departamento de producción y proveedores de productos químicos para documentar y capacitar al personal.

1. ANTECEDENTES

Como en toda empresa de manufactura de alimentos, se deben realizar procedimientos de limpieza para garantizar la inocuidad de la producción; la industria guatemalteca no es ninguna excepción, en la planta donde se realizó el estudio se tenían procedimientos no documentados para cada una de las líneas, se buscó la revisión para el mejoramiento del proceso debido a que se presentaban problemas frecuentes de contaminación microbiológica y/o cruzada.

Esta planta de manufactura cuenta con nueve líneas de producción dedicadas a la manufactura de mayonesas y aderezos, salsas, mostazas, vinagres, salsas morenas, concentrados de frutas entre otros; debido a la gran cantidad de productos y presentaciones, es necesario utilizar una misma línea de envasado para más de un producto, es por ello que los procedimientos de limpieza tienen que ser bien desarrollados para evitar cualquier tipo de contaminación, en los últimos años el mercado ha sido muy competitivo en cuanto a precio y calidad.

Los procedimientos de limpieza se desarrollaban utilizando productos químicos alcalinos, jabones desengrasantes, productos sanitizantes como por ejemplo: Ácido Peroxacético, Amonio Cuaternario, Hipoclorito de Sodio y Yodo Polimérico. En su mayoría no se tenía documentado todo el proceso, por lo que después de la revisión y propuesta de mejoramiento, se procedió a la documentación y capacitación al personal en el área de producción.

2. MARCO TEÓRICO

Durante los últimos años los mercados se han hecho más exigentes, es por ello que para competir y permanecer en ellos se debe garantizar la calidad de los productos, de allí que dentro de cualquier industria alimentaria, el propósito principal a perseguir es el de producir productos finales de la más alta calidad al menor costo.

Para llegar a conseguirlo será necesario tener buenas materias primas, sistemas de transformación adecuados, procesos eficientes, personal altamente calificado y sobre todo, crear la necesidad de limpiar las máquinas e instalaciones de forma eficiente, económica y segura.

Lastimosamente, el estándar de higiene que se mantiene en muchas empresas guatemaltecas dedicadas a la manufactura de alimentos, no es muy alto. Años atrás, lo principal era mantener funcionando las máquinas, y si para ello había que hacer una limpieza periódica se hacía pero sin más pretensiones en cuanto a sanitizar, etc. En todas las etapas del proceso productivo es necesario mantener una higiene adecuada para evitar infecciones que puede tener efectos graves a la salud de los consumidores finales, es decir se debe garantizar la inocuidad de los alimentos.

2.1 Definición de sanitizante

Es un agente químico capaz de matar las formas de desarrollo, pero no necesariamente las esporas resistentes de microorganismos patógenos que pueden afectar desfavorablemente a la calidad de los productos o a la salud de personas y animales. **(1)**

Estas sustancias sanitizantes deben tener dos cualidades básicas:

- Alto poder bactericida a altas y bajas temperaturas.
- No ser tóxicas

En caso de ser tóxicas y quedar residuos sobre las superficies después del lavado, se podrían presentar problemas de calidad en los productos trabajados.

Los sanitizantes se clasifican en:

- Ácidos
- Básicos.
- Neutros.

Los últimos son los más usados, teniendo entre ellos el amonio cuaternario, formaldehído y derivados halógenos.

Hay algunos compuestos tenso activos que son buenos desinfectantes. Constan de largas cadenas de aminoácidos que forman iones dobles en disolución. Se suelen utilizar en concentraciones del 0.1-0.5% y tienen la ventaja de no ser tóxicos, no afectan al sabor y no causan corrosión alguna.

Otros desinfectantes son la cloramina y el hipoclorito.

Con el uso continuado de un mismo desinfectante puede ocurrir que aparezcan capas de microorganismos “resistentes” capaces de habituarse al mencionado producto.

En estos casos dos son las recomendaciones que se pueden dar:

- A. Utilizar soluciones más concentradas.
- B. Utilizar otros desinfectantes.

Por lo que acabamos de decir, aún sin aparecer esas cepas resistentes es conveniente cambiar periódicamente de fórmula de lavado usando otros productos.

2.2 Cómo se desempeña un sanitizante

Cuando una bacteria es expuesta a un santizante o desinfectante su estructura celular puede sufrir daños irreversibles. La perdida permanente de la capacidad de reproducirse se denomina muerte microbiana.

En presencia de germicida, algunas bacterias son parcialmente dañadas. Es por ello que superficies hisopadas inmediatamente después de ser sanitizadas proveen resultados adecuados sobre una efectiva sanitización. No obstante, dependiendo del grado, bacterias parcialmente inactivadas pueden curarse o bien regenerarse dentro de las 18 y 24 horas siguientes.

Entonces una superficie aparentemente limpia y libre de bacterias puede presentar una elevada contaminación bacteriana al día siguiente y si no es chequeada puede contaminar alimentos que pueden entrar en contacto con la misma durante el proceso de elaboración.

La efectividad de germicidas específicos depende de diversos factores, incluyendo el número y el tipo de microorganismo presente en la superficie a sanitizar.

Es también importante considerar que si las bacterias se encuentran en su estado vegetativo son fáciles de eliminar, pero no así si se encuentran como esporas altamente resistentes.

Los sanitizantes se pueden clasificar en:

2.2.1 Destrucción de la membrana celular

Son sanitizantes como el hipoclorito de sodio o ácido peroxácético, que son agentes altamente oxidantes y que pueden causar la destrucción total de la membrana celular. Esto significa la muerte real microbiana. **(2)**

2.2.2 Inhibición de la alimentación bacteriana y de la eliminación de desechos

Algunos sanitizantes como los compuestos de amonios cuaternarios, tienen la capacidad de adherirse a lugares específicos de la membrana celular de las bacterias, esto se debe a que los amonios cuaternarios poseen una carga positiva en solución y se adhieren a ciertas partes de la membrana celular con carga negativa. De esta manera evitan que la bacteria tome nutrientes y previene la eliminación de desechos que se acumulan dentro de su estructura. En efecto la célula muere por falta de nutrientes y por contaminación por los desechos acumulados en su interior. **(3)**

2.2.3 Inactivación de enzimas críticas

Sanitizantes, como compuestos fenolitos, entran en la célula bacteriana y reaccionan químicamente con ciertas enzimas vitales que sustentan tanto el crecimiento como actividades metabólicas que le proveen energía a la bacteria para poder

reproducirse. Si este mecanismo no se realiza en forma completa la bacteria puede regenerarse nuevamente luego de varias horas y recontaminar la superficie. (4)

2.3 Características de los sanitizantes a evaluar

Para poder sanitizar un área o equipo existen varios tipos de sanitizantes dentro de los que se pueden mencionar

2.3.1 Ácido Peroxacético

A crecido su uso debido a su elevada efectividad y su compatibilidad con el medio ambiente, ya que se descompone en ácido acético, agua y oxígeno. Otra de las ventajas del ácido Peroxacético es que es extremadamente efectivo a bajas temperaturas (4°C), al contrario de otros sanitizantes.

La concentración de uso generalmente es de 150 a 600 ppm, siendo efectivo para un amplio espectro de bacterias y esporas. La desventaja del ácido Peroxacético es que es más costoso que los hipocloritos pero a pesar de ello ha ganado popularidad por su amplio espectro de uso y su compatibilidad con el medio ambiente. (5)

2.3.2 Amonio Cuaternario

Los amonios cuaternarios tiene una variada actividad sanitizantes y son utilizados donde se requieren niveles bajos de Sanitización.

Las mayores ventajas son:

No tienen olor.

No manchan las superficies.

No son corrosivos.

Son relativamente no tóxicos a las concentraciones de uso.

Exhiben un amplio espectro sanitizante, en amplios rangos de pH y con agua de distintas durezas.

Los amonios cuaternarios dejan un residuo no volátil sobre las superficies donde son aplicados, dejándolas protegidas por un determinado tiempo. (6)

2.3.3 Hipoclorito de Sodio

El cloro es un elemento químico del grupo de los halógenos, al igual que el flúor, el bromo, el yodo y el astato. En la naturaleza se encuentra normalmente en forma de gas formando moléculas divalentes de cloro (Cl_2)

El cloro resulta un desinfectante bastante eficaz y económico para el tratamiento y potabilización de aguas o superficies, ya sea aportado en forma gas disolviéndolo en el agua o bien aportándolo como hipoclorito de sodio, hipoclorito cálcico o como derivados del cloroisocianutato.

Es activo contra bacterias Gram (+), Gram (-) y esporas.

Sin embargo, el aporte de cloro reacciona con la materia orgánica del agua formando una serie de compuestos derivados del cloro que pueden resultar muy molestos y malolientes. (7)

2.3.4 Yodo Polimérico

El Yodo polimérico es un agente sanitizante efectivo contra los microorganismos causantes de enfermedades. Es diferente del yodo, en el sentido que es menos irritante a la piel y no requiere alcohol para disolverlo, adicionalmente las manchas son lavables con agua.

Es usado indistintamente para matar por contacto una amplia variedad de bacterias, virus, fungí, etc. No se ha reportado resistencia microbiana.

Es más seguro y fácil de usar que las preparaciones de yodo convencional y posee una toxicidad sistemática más baja. La acción antimicrobiana no selectiva del yodo polimérico, le permite ser un agente microbiocida, particularmente efectivo en contaminaciones mixtas. (8)

2.4 Normas y legislación

2.4.1 Normas Guatemaltecas

En Guatemala existen leyes que protegen al consumidor garantizando la inocuidad de alimentos, se citan los siguientes artículos del Código de Salud:

ARTÍCULO 124. Definición. Alimento es todo producto natural, artificial, simple o compuesto, procesado o no, que se ingiere con el fin de nutrirse o mejorar la nutrición, y los que se ingieran por hábito o placer, aun cuando no sea con fines nutritivos.

ARTÍCULO 128. Del Derecho de la población. Todos los habitantes tienen derecho a consumir alimentos inocuos y de calidad aceptable. Para tal efecto el Ministerio de

Salud y demás instituciones del Sector, dentro de su ámbito de competencia, garantizarán el mismo a través de acciones de prevención y promoción.

ARTÍCULO 129. Formulación de políticas y programas. El Ministerio de Salud en coordinación con las demás instituciones del Sector, será el responsable de formular las políticas y estrategias relacionadas con la protección e inocuidad de los alimentos. En este contexto se crea el Programa Nacional de Control de Alimentos, con la participación de los Ministerios con responsabilidad en el control de alimentos, de las municipalidades, del sector privado y otras organizaciones que representen a los consumidores, creando mecanismos que aseguren la coordinación interinstitucional.

ARTÍCULO 130. Ámbito de las responsabilidades. El Ministerio de Salud y otras instituciones de manera coordinada desarrollan las funciones siguientes:

- a) Al Ministerio de Salud le corresponden las de prevención y control en las etapas de procesamiento, distribución, transporte y comercialización de alimentos procesados de toda clase, nacionales o importados, incluyendo el otorgamiento de la licencia sanitaria para la apertura de los establecimientos, la certificación sanitaria o registro sanitario de referencia de los productos y la evaluación de la conformidad de los mismos, vigilando las buenas prácticas de manufactura. Asimismo, es responsable del otorgamiento de la licencia sanitaria y el control sanitario para los expendios de alimentos no procesados.
- b) Al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, las de prevención y control en las etapas de producción, transformación, almacenamiento, transporte, importación y exportación de alimentos naturales no procesados.
- c) Al Ministerio de Economía, las de control en el campo de la meteorología y la propiedad industrial.

- d) A las municipalidades, las de prevención y autorización de establecimientos relacionados con el manejo y expendio de alimentos en rastros municipales de conformidad a las normas establecidas por el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, mercados, ferias y ventas de alimentos en la vía pública.
- e) Al Ministerio de Salud, en coordinación con el Ministerio de Energía y Minas a través de su dependencia específica, compete el control y la certificación de los niveles de radiactividad en los alimentos, así como la evaluación de los efectos de la radiactividad en los alimentos y la aptitud para el consumo de dichos alimentos. Un reglamento específico regulará la materia.

ARTÍCULO 131. Del Registro Sanitario de Referencia. Previo a comercializar un producto alimenticio con nombre comercial, se debe contar con la autorización del Ministerio de Salud y obtener su registro sanitario de referencia o certificación sanitaria, en dicho Ministerio. El registro sanitario de referencia permitirá garantizar la inocuidad y calidad del alimento y constituirá el patrón de base que servirá para controlar periódicamente el producto en el mercado. Los requisitos para el registro sanitario de referencia estarán basados en los criterios de riesgo, establecidos en el reglamento respectivo.

ARTÍCULO 132. Evaluación de la Conformidad. Todo producto alimenticio con nombre comercial, destinado al comercio, debe ser evaluado de acuerdo a las normas y reglamentos de inocuidad y calidad, por parte del Ministerio de Salud. Una vez cumplido este requisito y llenado los requerimientos establecidos en el reglamento respectivo, se extenderá la certificación sanitaria. El plazo para la emisión de la misma, quedará así mismo establecido en el reglamento.

ARTÍCULO 133. De la Responsabilidad.

- a) Los productores o distribuidores de alimentos para consumo humano o la persona que éste acredite ante las autoridades sanitarias, será responsable del cumplimiento de las normas y/o reglamentos sanitarios que regulan la calidad e inocuidad de los mismos.
- b) Los distribuidores o expendedores de alimentos para consumo humano o la persona que éste acredite ante las autoridades sanitarias, será responsable de la venta de alimentos con nombre comercial que no cuente con registro sanitario o certificación sanitaria, o cuya fecha de vencimiento haya caducado o se encuentren notoriamente deteriorados.
- c) Los propietarios y representantes de los establecimientos expendedores de alimentos preparados, como restaurantes, cafeterías, comedores y otros; serán responsables del cumplimiento de las normas sanitarias que regulan la calidad e inocuidad de los alimentos.

En caso de incumplimiento con esta disposición, el propietario o su representante se sujetará a las sanciones que este Código establece.

ARTÍCULO 134. Acuerdos Internacionales. En los acuerdos y tratados internacionales suscritos por el gobierno de Guatemala en materia de alimentos, se garantizará la inocuidad y calidad de los productos importados y nacionales. Además se garantizará un trato recíproco para los productos guatemaltecos, a través de procedimientos armonizados y aprobados por el Ministerio de Salud.

ARTÍCULO 138. Aplicación del Codex Alimentarius. En ausencia de normas nacionales para casos específicos o que estas sean insuficientes o desactualizadas, se

aplicarán supletoriamente las del Codex Alimentarius y otras normas reconocidas internacionalmente y, en su caso, las disposiciones emitidas por las autoridades superiores en materia sanitaria de alimentos. (9)

2.4.2 Normas Internaciones

El Codex Alimentarius. Código internacional de prácticas recomendado – Principios generales de higiene de los alimentos. CAC/RCP 1-163 Rev 4 (2003) en su inciso 6.1 sobre Mantenimiento y Limpieza dice:

6.1 Mantenimiento y limpieza

6.1.1 Consideraciones generales

Las instalaciones y el equipo deberán mantenerse en un estado apropiado de reparación y condiciones para:

- Facilitar todos los procedimientos de saneamiento;
- Poder funcionar según lo previsto, sobre todo en las etapas decisivas;
- Evitar la contaminación de los alimentos, por ejemplo a causa de fragmentos de metales, desprendimiento de yeso, escombros y productos químicos.

En la limpieza deberán eliminarse los residuos de alimentos y la suciedad que puedan constituir una fuente de contaminación. Los métodos y materiales necesarios

para la limpieza dependerán del tipo de empresa alimentaria. Puede ser necesaria la desinfección después de la limpieza.

Los productos químicos de limpieza deberán manipularse y utilizarse con cuidado y de acuerdo con las instrucciones del fabricante y almacenarse, cuando sea necesario, separados de los alimentos, en contenedores claramente identificados, a fin de evitar el riesgo de contaminación de los alimentos.

6.1.2 Procedimientos y métodos de limpieza

La limpieza puede realizarse utilizando por separado o conjuntamente métodos físicos, por ejemplo fregando, utilizando calor o una corriente turbulenta, aspiradoras u otros métodos que evitan el uso del agua, y métodos químicos, en los que se empleen detergentes, álcalis o ácidos.

Los procedimientos de limpieza consistirán, cuando proceda, en lo siguiente:

- ❖ Eliminar los residuos gruesos de las superficies.
- ❖ Aplicar una solución detergente para desprender la capa de suciedad y de bacterias y mantenerla en solución o suspensión.
- ❖ Enjuagar con agua que satisfaga los requisitos de la sección 4, para eliminar la suciedad suspendida y los residuos de detergente.

- ❖ Lavar en seco o aplicar otros métodos apropiados para quitar y recoger residuos y desechos.
- ❖ De ser necesario, desinfectar, y posteriormente enjuagar a menos que las instrucciones del fabricante indiquen, con fundamento científico, que el enjuague no es necesario.

6.2 Programas de limpieza

Los programas de limpieza y desinfección deberán asegurar que todas las partes de las instalaciones estén debidamente limpias, e incluir la limpieza del equipo de limpieza.

Deberá vigilarse de manera constante y eficaz y, cuando sea necesario, documentarse la idoneidad y eficacia de la limpieza y los programas correspondientes.

Cuando se preparen por escrito programas de limpieza, deberá especificarse lo siguiente:

- ❖ Superficies, elementos del equipo y utensilios que han de limpiarse.
- ❖ Responsabilidad de tareas particulares.
- ❖ Método y frecuencia de la limpieza.
- ❖ Medidas de vigilancia

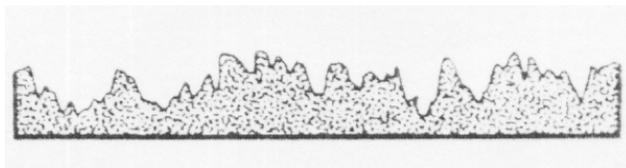
Cuando proceda, los programas se redactarán en consulta con los asesores especializados pertinentes. **(10)**

2.5 Limpieza y sanitización de equipos en la industria alimentaria

2.5.1 Tipos de limpieza.

Durante los últimos años se viene realizando una investigación exhaustiva de métodos y productos para limpieza dada la mayor exigencia de todos los códigos alimentarios del mundo en cuanto a higiene. Esto resulta en una complicación a la hora de elegir y también requiere personal experto en la materia y que sepa tomar las decisiones más adecuadas para cada caso.

**Figura 1. Vista microscópica de la superficie de una tubería de acero inoxidable
(Aumento: Horizontal*100, Vertical * 1000)**



Fuente: Censano, I u otros. **Nuevo manual de industrias alimentarias**. 1ª. Ed. España: Editorial Mundiprensa, 1993, pp. 566

Nota: La superficie de una tubería lisa de acero inoxidable tiene cavidades microscópicas invisibles al ojo, en las cuales las bacterias pueden multiplicarse si no se procede a una limpieza cuidadosa de las superficies.

Por otra parte, se observa una tendencia a mecanizar y automatizar esos sistemas de lavado con lo que se evitan los errores propios de la limpieza manual (mezcla de productos valiosos con las soluciones desinfectantes, mezcla entre éstas, etc.)

La limpieza de una instalación puede ser más o menos exhaustiva. Es decir, hay varios “grados” que podemos clasificar así:

2.5.1.1 Limpieza física

Esta se da cuando se eliminan todas las impurezas visibles de las superficies o equipos a limpiar.

2.5.1.2 Limpieza química

Es aquella que se da con la utilización de productos químicos destruyendo incluso las impurezas no visibles y los olores correspondientes.

2.5.1.3 Limpieza microbiológica

Aquí se destruyen todos los microorganismos patógenos. Este tipo de limpieza se puede alcanzar sin haber conseguido la física o química.

Es erróneo considerar que la desinfección microbiológica como el grado más alto que se puede alcanzar en la higiene y cuidado de maquinaria, suelos, etc. Lo ideal sería alcanzar la química junto con la microbiológica. Para conseguir estas dos, suele ser necesario que primero se proceda a la limpieza física. **(11)**

2.5.2 Fases de una limpieza

Desde que una solución empieza actuar sobre una superficie sucia hasta que ésta aparece limpia, se pasa por varias fases:

- ❖ 1º Disolución de las impurezas acumuladas sobre las superficies.

- ❖ 2º Dispersión de esas impurezas en la solución de limpieza.

- ❖ 3º Evacuación de las mismas para evitar que se vuelvan a depositar sobre las superficies que estaban.

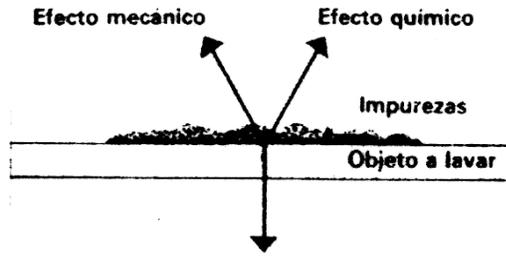
Al mismo tiempo que se van desarrollando esas fases y sobre todo en la segunda, tiene lugar la acción desinfectante (destrucción de microorganismos patógenos), siempre y cuando a la solución de limpieza se le haya añadido algún componente germicida.

Es importante hacer notar que la “desinfección” no es la destrucción de todos los microorganismos presentes, sino la de los considerados como patógenos. El termino “esterilización” se reserva para esa destrucción total, para lo cual es necesario operar a temperaturas altas (90-125°C) durante prolongados periodos de tiempo (10 – 60 minutos) según los casos.

El sistema de limpieza debe provocar efectos químicos y mecánicos con el objetivo de superar las fuerzas que mantienen a las impurezas unidas con la superficie.

(12)

Figura 2. Diagrama de los efectos químicos y mecánicos para superar las fuerzas que mantienen a las impurezas unidas con la superficie.



Fuente: Censano, I u otros. **Nuevo manual de industrias alimentarias**. 1ª. Ed. España: Editorial Mundiprensa, 1993, pp. 568

2.5.3 Propiedades de la soluciones de limpieza

Las sustancias de lavado, para llevar a cabo su misión completa deben actuar en una serie de campos muy diversos, provocando desincrustaciones, arrastres, etc., para lo cual necesitan tener muy diversas propiedades:

- ❖ 1º Capacidad de remover partículas orgánicas pegadas a la superficie.
- ❖ 2º Poder penetrante para entrar en las impurezas. Ello acelera mucho el proceso general.
- ❖ 3º Poder emulsificante, rompiendo las impurezas.
- ❖ 4º Poder dispersante, capaz de mantener en suspensión las impurezas rotas y separadas.

- ❖ 5° Eliminación fácil de las soluciones de limpieza. Es decir, que baste un enjuague sencillo para que desaparezca cualquier traza de solución de limpieza con todas las impurezas suspendidas.

Esto es importante, ya que muchos de los productos utilizados (soda, ácidos, microbicidas fuertes), tienen un efecto tóxico acusado y, si no se eliminan bien en la limpieza, pueden quedar sobre la superficie, contaminando posteriormente los alimentos o productos que pasen por ella.

- ❖ 6° Capacidad de disolución de incrustaciones formadas por sales tales como cálcicas, potásicas, sódicas, etc.
- ❖ 7° Capacidad de mantener esas sales en disolución sin que se vuelvan a depositar.
- ❖ 8° Poder bacteriológico, que como ya vimos consiste en la destrucción de microorganismos considerados como perjudiciales.
- ❖ 9° No producir corrosión. Este punto es muy importante también. Efectivamente determinadas soluciones pueden ofrecer unos resultados muy buenos desde el punto de vista higiénico pero a su vez, pueden producir ataques a las superficies de contacto que resulten en disolución de sus elementos constituyentes (Cobre, hierro, etc.) o producir compuestos de desecho (óxidos que inutilizan la instalación que pretendíamos limpiar).

El efecto corrosivo depende también de las concentraciones a que se trabaje. Por ejemplo, el ácido nítrico a una concentración del 0.8%, utilizado en la limpieza de acero inoxidable, no es corrosivo.

Como es lógico no hay producto que reúna todas las propiedades que se han enumerado de 1 a 9. Es necesario mezclar varios de ellos como por ejemplo:

- Álcalis.
- Fosfato.
- Productos humectantes.
- Quelatos.
- Productos desinfectantes.
- Etc.

Entre los álcalis se tienen la soda (hidróxido sódico) como el producto más usado ya que reúne muchas de las propiedades ya citadas. Tiene un buen poder de disolución de materias orgánicas. Es saponificante, transformando la grasa en sustancias miscibles. Esta propiedad es muy importante en muchos casos, donde pequeñas gotas de grasa están por todas partes (suelos, depósitos, maquinaria, etc.)

La soda tiene también un alto poder de desinfección y es barata en comparación con otros productos. También se utilizan, aunque menos frecuentemente, otros álcalis tales como metasilicato sódico y carbonato sódico.

La presencia de fosfatos es muy frecuente en las soluciones de limpieza porque también ejercen varias acciones simultáneamente.

- Poder emulsificante.
- Poder dispersante.
- Ablandan el agua.

Entre los fosfatos más usados para estos menesteres destacan el fosfato trisódico, pirofosfato tetrasódico y hexametáfosfato sódico.

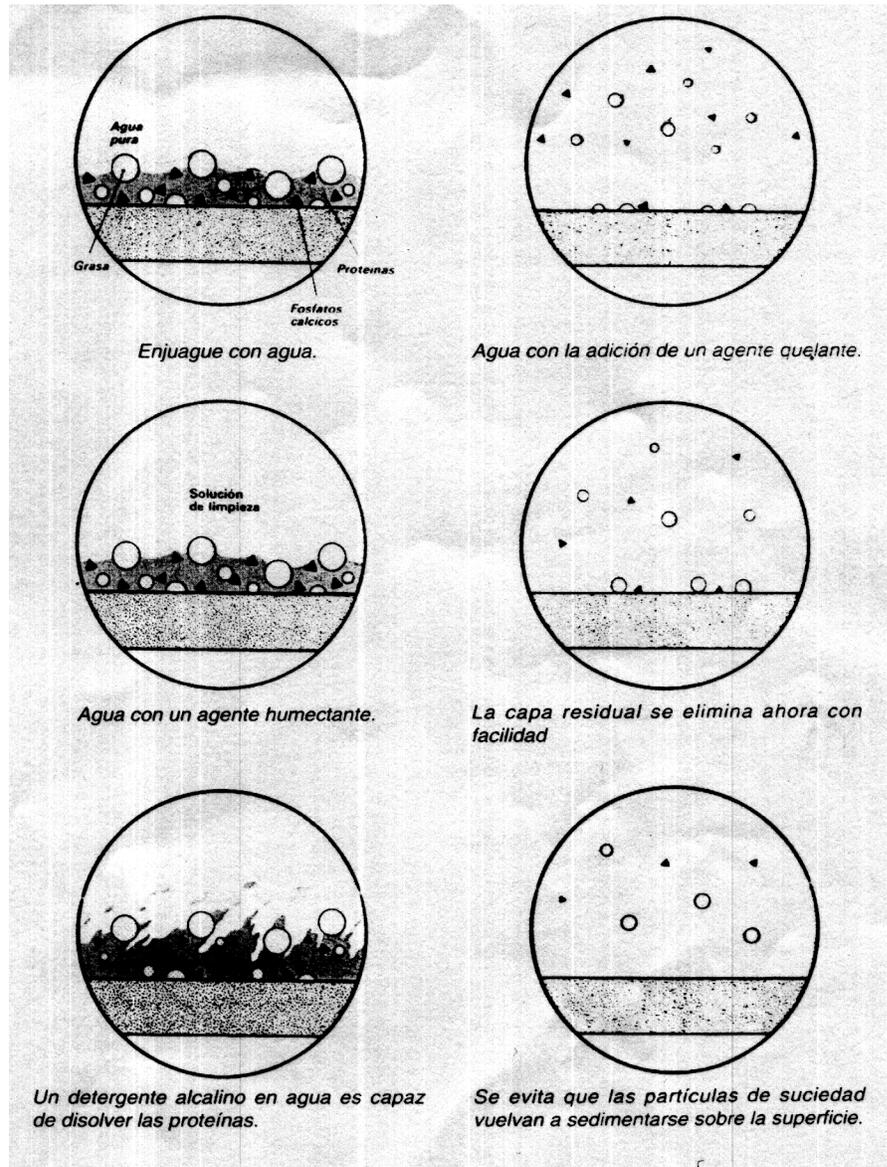
Es interesante resaltar que los fosfatos combinan muy bien con los álcalis por lo que es común verlos juntos en fórmulas diversas de limpieza en todas las industrias alimentarias. (13)

Tabla I. Comparación entre las ventajas y desventajas que se tienen entre la desinfección química y la térmica

	Desinfección Química	Desinfección Térmica
Costo	Barato	Alto
Ciclo de limpieza	Puede combinarse	No se puede combinar
Residuos	Puede existir presencia	No existe presencia
Limpieza de áreas difíciles	NO	SI
Corrosión	Se tiene riesgo de corrosión	No se tiene riesgo de corrosión

Fuente: Censano, I u otros. **Nuevo manual de industrias alimentarias**. 1ª. Ed. España: Editorial Mundiprensa, 1993, pp. 568

Figura 3. Acción sobre la suciedad depositada sobre una tubería, de distintas soluciones de limpieza.



Fuente: Censano, I u otros. **Nuevo manual de industrias alimentarias**. 1ª. Ed. España: Editorial Mundiprensa, 1993, pp. 569

Los quelatos se utilizan para la eliminación de incrustaciones provocadas por precipitación de sales tales como las cálcicas y magnésicas. Dichas incrustaciones se mantienen en disolución en la solución de lavado en forma de compuestos iónicos.

Los quelatos tienen la ventaja de soportar altas temperaturas y pueden utilizarse en combinación con productos humectantes (amonio cuaternario lo que multiplica su acción).

Su aplicación no tiene por qué ser diaria. Basta con usarlos en caso de aparición de incrustación. En el caso de pasteurizadores, evaporadores, secadores, etc., es recomendable su uso.

Según el pH de trabajo, se utiliza uno u otro quelato. Por ejemplo, a pH alcalino suave, los polifosfatos actúan como buenos quelatos. Los ácidos cítrico y glucómico se utilizan a pH altos.

Entre las sustancias humectantes hay compuestos aniónicos y catiónicos. Entre los aniónicos tenemos alcoholes sulfatados y sulfonatos. Las bases de amonio cuaternario son muy utilizadas como humectantes. La Tabla II nos presenta ejemplos de soluciones de limpieza según el tipo de material que se vaya a limpiar y desinfectar.

Como se aprecia la soda entra en casi todas ellas. Las concentraciones son débiles (0.1 a 4%) para evitar corrosiones que las bases y ácidos a concentraciones fuertes podrían provocar. Los metasilicatos y el ácido fosfórico ayudan precisamente a contrarrestar estos efectos de corrosión.

Cuando se trata de limpiar superficies de acero inoxidable vale cualquiera de las soluciones que hemos citado en la Tabla II.

Tabla II. Ejemplos de soluciones de limpieza que pueden ser utilizadas en los procedimientos de limpieza

COMBINACIÓN	COMPOSICIÓN	CONCENTRACIÓN	UTILIZACIÓN
SODA		1.5%	PARA USOS GENERALES (no para cobre o aluminio)
HUMECTANTE		0.25%	
EDTA (ETILEN TETRA ACÉTICO)		0.10%	
SODA		1.3%	PARA USOS GENERALES
SiO ₃ Na ₂		0.5%	
EDTA		0.1%	
SiO ₃ Na ₂			PARA COMPONENTES DE ALUMINIO
Co ₃ Na ₂			
HUMECTANTE			
EDTA			
SiO ₃ Na ₂	77%		PARA USOS GENERALES
PO ₄ Na ₃	15%		
TRIFOSFATO SÓDICO	5%		
PREPARADO ANIÓNICO	3%		
AC. INORGÁNICO DERIVADO DE POLIOXIETILENO	42%		.PARA USOS GENERALES
	0.38%		
SODA		Ca 1%	TANQUES DE ACERO INOX.
SODA		3%	ENVASES
CLUCONATO SONIC		0.2%	

Fuente: Censano, I u otros. **Nuevo manual de industrias alimentarias**. 1ª. Ed. España: Editorial Mundiprensa, 1993, pp. 570

2.5.4 Secuencia de la limpieza

Se ha visto en la Tabla II y se vera también Tabla III que se establece una “secuencia” de soluciones de limpieza para conseguir mejores resultados. Normalmente comprende las siguientes etapas:

- ❖ 1º Enjuague preliminar con agua que elimina el grueso de las impurezas. Se puede hacer con agua fría o caliente. Cuando se trata de limpiar superficies con grasa es conveniente que el agua sea caliente.
- ❖ 2º Lavado con álcalis que una vez usados se pueden tirar o reutilizar como veremos más adelante.
- ❖ 3º Nuevo enjuague con agua para eliminar los restos de la solución de álcalis y limpiar las superficies.
- ❖ 4º Lavado con solución ácida. Esta sólo se debe aplicar 1 ó 2 veces al mes y su misión es la de eliminar las incrustaciones salinas que se hayan podido formar durante ese periodo de tiempo.
- ❖ 6º Nuevo enjuague.
- ❖ 7º Lavado con productos químicos desinfectante y enjuague final con agua.

Por supuesto este es un ejemplo no aplicable en todos los casos. En limpieza no hay regla general y es preciso hacer pruebas, analizar muestras y comparar resultados antes de establecer un programa eficiente. **(14)**

Tabla III. Tiempos promedio y secuencia que se debe de seguir en la limpieza de depósitos y tuberías

ETAPA		TIEMPO EN MINUTOS	TEM. APROX. EN °C
1	ENJUAGUE CON AGUA	2 – 5	30 – 60°C
	DRENAJE	1 – 3	
2	LAVADO CON SODA, REENVÍO AL TANQUE	20 – 30	70°C
		1 – 3	
3	ENJUAGUE CON AGUA	4 – 5	65°C
	DRENAJE	1 – 3	
4	LAVADO CON ÁCIDO (una vez al mes)	10 – 15	65°C
	DRENAJE	1 – 3	
	ENJUAGUE CON AGUA	2 – 3	90 – 95°C
	DRENAJE	1 – 3	
5	DESINFECCIÓN CON PRODUCTOS QUÍMICOS	5 – 10	65°C
	DRENAJE	1 -3	
	ENJUAGUE CON AGUA	4 -5	
		1 – 3	

Fuente: Censano, I u otros. **Nuevo manual de industrias alimentarias**. 1ª. Ed. España: Editorial Mundiprensa, 1993, pp. 572

También se puede llevar a cabo una esterilización (90-98°C) durante 10-30 minutos. Es difícil sacarle el rendimiento total a un agente limpiante en todos los casos. Por ello una ayuda mecánica es buena como puede ser la utilización de bombas potentes de elevado caudal (logran una circulación intensa de la solución y que creen turbulencia)

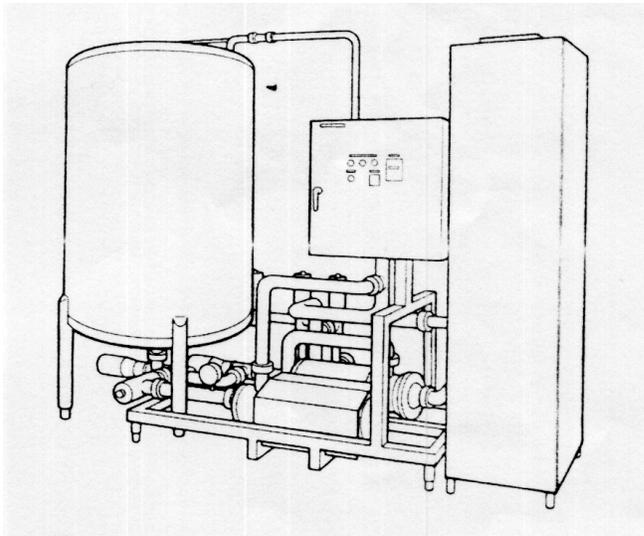
2.5 Sistemas de limpieza “*in situ*” (CIP)

Hay máquinas de difícil limpieza y donde la mano del hombre provista de cepillos limpiadores sigue siendo indispensable. Pero existen instalaciones de funcionamiento continuo, en las que es posible automatizar.

Esto supone conseguir:

- Ahorro de tiempo y mano de obra.
- Eliminación de los errores propios del operador.
- Resultados más perfectos.

Figura 4. Unidad CIP correspondiente a un sistema descentralizado de limpieza



Fuente: Censano, I u otros. **Nuevo manual de industrias alimentarias**. 1ª. Ed. España: Editorial Mundiprensa, 1993, pp. 573

Un operador al que se le ha dicho que el ciclo de lavado con soda debe ser de 20 minutos puede despistarse y no cumplir bien las instrucciones recibidas. En un sistema programado no puede ocurrir esto. Los resultados son así mejores.

Las instalaciones de limpieza automáticas o de limpieza “in situ” son aquellas que consiguen la circulación de las soluciones de limpieza a través de un equipo o proceso sin necesidad de desmontarlo.

Hay dos tipos de instalaciones “in situ”

1. Instalaciones centralizadas.
2. Instalaciones descentralizadas.

Las instalaciones centralizadas son aquellas que se planean para desde una sala única suministrar las soluciones de limpieza a todos los procesos. (pasteurizadores, homogeneizadores, tanques de almacenamiento, etc.) Se utiliza este sistema cuando la factoría no es grande y las distancias a cubrir con la tubería de limpieza tampoco lo son ya que en caso contrario los gastos de bombeo y perdidas de detergente serían muy fuertes.

Las instalaciones descentralizadas se utilizan en factorías grandes y constan de pequeñas instalaciones ubicadas cerca de los puntos de utilización. De esta manera disminuyen los gastos de bombeo de las soluciones. Las pérdidas de detergentes son también bajas ya que se reduce el “volumen” a limpiar, por disminución de las distancias. Todas estas pequeñas unidades “descentralizadas” de limpieza están unidas entre sí por una tubería para la circulación de la solución concentrada de soda. Se puede prever otra para la circulación de soluciones de otro tipo.

Tabla IV. Comparación entre los sistemas centralizados y descentralizados CIP

Sistema centralizado CIP	Sistema descentralizado CIP
Manejo central de los detergentes.	Localización óptima de las unidades CIP.
Distribución simplificada	Construcción modular adaptable en caso de ampliaciones.
Recuperación central del producto que va con el agua de enjuague.	Recogida simplificada del producto con agua de enjuague.
Se simplifica la recogida y neutralización de las soluciones alcalina y ácidas.	Menor cantidad de tuberías: <ul style="list-style-type: none">• Costos de instalación más bajos.• Menores pérdidas con los enjuagues.• Tiempos más cortos de trabajo.• Ajuste más fácil.

Fuente: Censano, I u otros. **Nuevo manual de industrias alimentarias**. 1ª. Ed. España: Editorial Mundiprensa, 1993, pp. 568

En ambos casos (estaciones centralizadas o descentralizadas) se incluyen los siguientes equipos:

- Bombas para la circulación de las soluciones.
- Filtros o tamices para la eliminación de impurezas de dichas soluciones.
- Cambiadores de placas para su calentamiento.
- Tanques para su almacenamiento.

Cuando se quiere ahorrar energía, un intercambiador de placas puede ir provisto de una sección regenerativa donde la solución que sale se precalienta en contracorriente con la ya utilizada.

Si las soluciones son utilizadas de forma constante es mejor tener un tanque aislado donde mantenerlas en caliente hasta su uso.

La figura 4 corresponde a una de estas instalaciones de limpieza automática. En ella se ve el panel de control, depósito, bomba de impulsión (debajo del panel, etc., todo ello montado sobre un bastidor común con pies regulables.

A la hora de diseñar un circuito de limpieza automático hay que tomar en consideración lo siguiente:

- Que las máquinas estén desocupadas al mismo tiempo para proceder a su limpieza conjunta.
- Las impurezas presentes deben ser del mismo tipo. Ello permite optimizar las soluciones de limpieza.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN

3.1 Metodología

Para plantear la reestructuración de los procedimientos de limpieza en la planta de Alimentos XXX fue necesario realizar lo siguiente:

- ❖ Análisis microbiológico de superficies (Swab test) en las líneas de envasado antes y después de aplicado el procedimiento de limpieza.
- ❖ Análisis microbiológico de superficies (Swab test) en áreas altamente contaminadas a nivel de laboratorio.
- ❖ Realizar análisis fisicoquímico semicuantitativo para determinar la concentración inicial de agentes sanitizantes.

Para establecer cuál es el sanitizante más apropiado se compararon todos los resultados obtenidos en el laboratorio de microbiología para cada uno de los productos utilizados en los procedimientos.

3.2 Resultados

La metodología para determinar un índice del nivel de higiene en la planta puede obtenerse usando el “*Swab Test*”, o sea el frotar la superficie de equipo con un hisopo y luego plaquear la flora recogida.

Se necesita:

- (1) Hisopos estériles
- (2) Filtros o viales para la solución de enjuagar (5 ml solución en cada uno)
- (3) Pipetas
- (4) Cajas de Petri
- (5) Agar “Standard Methods” o “Plate Count”
- (6) Agua de dilución “Butterfiel” o “Agua de peptona (tamponada)

Procedimiento:

- a) Escoger áreas de muestreo, de preferencia aquéllas que son difíciles de limpiar, o inaccesibles. Deben de haber 5 áreas de 50 centímetros cuadrados cada uno.
- b) Mojar el hisopo en solución de enjuague, asépticamente, exprimir el exceso de solución.
- c) Frotar el hisopo sobre la superficie tres veces. Regresar el hisopo a la solución y enjuagarlo brevemente. Repetir el proceso con 4 áreas más.
- d) Colocar asépticamente la cabeza del hisopo en el tubo con la solución.
- e) Para plaquearla, agitar bien el tubo (50 veces dentro de 10 segundos, golpeando el tubo con la mano en cada ciclo).

Plaquear 1 ml, 0.1 ml y otras diluciones como sea necesario. Agregar agar “Standard Methods” o “Plate Count” a las cajas. Incubarlas, realizar el recuento y reportarlas como Recuento Total / 50 cm² de superficie.

Para recuentos especiales, se pueden utilizar métodos diferentes.

La metodología para determinar la concentración inicial de cada uno de los sanitizantes es la siguiente:

- a) Introducir la zona de reacción de la tira de ensayo el tiempo que se indique en cada test.
- b) Eliminar el exceso de líquido de la tira sacudiéndola e inmediatamente.
- c) Clasificar el color de la zona de reacción de la mejor manera posible de acuerdo con una zona de color de la etiqueta.
- d) Leer el correspondiente valor de medición en mg/l (ppm) del sanitizante o estimar un valor intermedio.

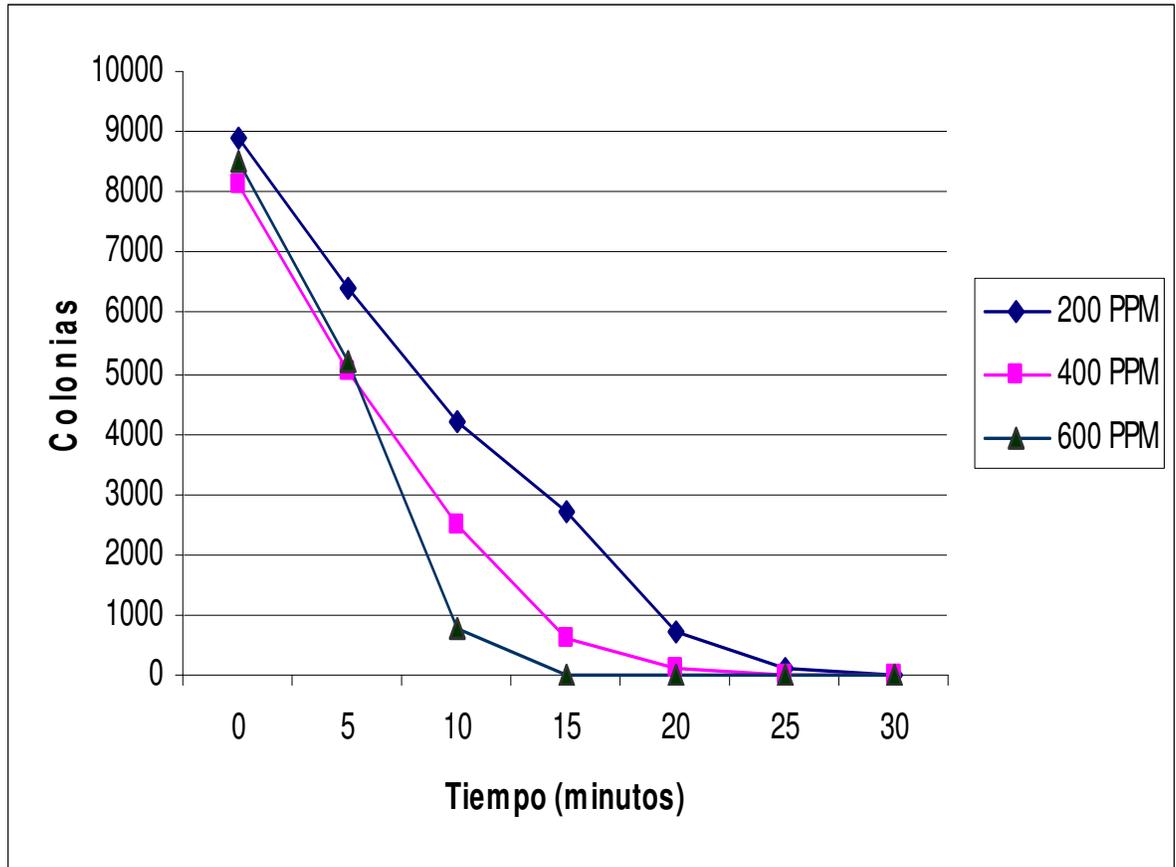
Tabla V. Resultados de Swab test para Ácido Peroxacético a diferentes concentraciones

Pruebas de laboratorio

TIEMPO (minutos)	[] ₀ = 200 PPM			[] ₀ = 400 PPM			[] ₀ = 600 PPM		
	RTB	RTO. TOTAL HONGOS Y LEVADURAS	RECuento TOTAL DE COLIFORMES	RTB	RTO. TOTAL HONGOS Y LEVADURAS	RECuento TOTAL DE COLIFORMES	RTB	RTO. TOTAL HONGOS Y LEVADURAS	RECuento TOTAL DE COLIFORMES
	(UFC/50 cm ²)	(UFC/50 cm ²)	(UFC/50 cm ²)	(UFC/50 cm ²)	(UFC/50 cm ²)	(UFC/50 cm ²)	(UFC/50 cm ²)	(UFC/50 cm ²)	(UFC/50 cm ²)
0	8900	430	<10	8100	360	<10	8500	520	<10
5	6400	90	<10	5000	<10	<10	5200	<10	<10
10	4200	<10	<10	2500	<10	<10	800	<10	<10
15	2700	<10	<10	600	<10	<10	0	<10	<10
20	700	<10	<10	100	<10	<10	0	<10	<10
25	100	<10	<10	0	<10	<10	0	<10	<10
30	0	<10	<10	0	<10	<10	0	<10	<10

Fuente: Tablas de resultados de análisis microbiológico de superficies (swab test), del laboratorio de la planta de Alimentos XXX

Figura 5. Gráfico que muestra la curva de muerte de bacterias en función del tiempo para el sanitizante: Ácido Peroxacético



Fuente: Gráficas de resultados de análisis microbiológico de superficies (swab test), del laboratorio de la planta de Alimentos XXX

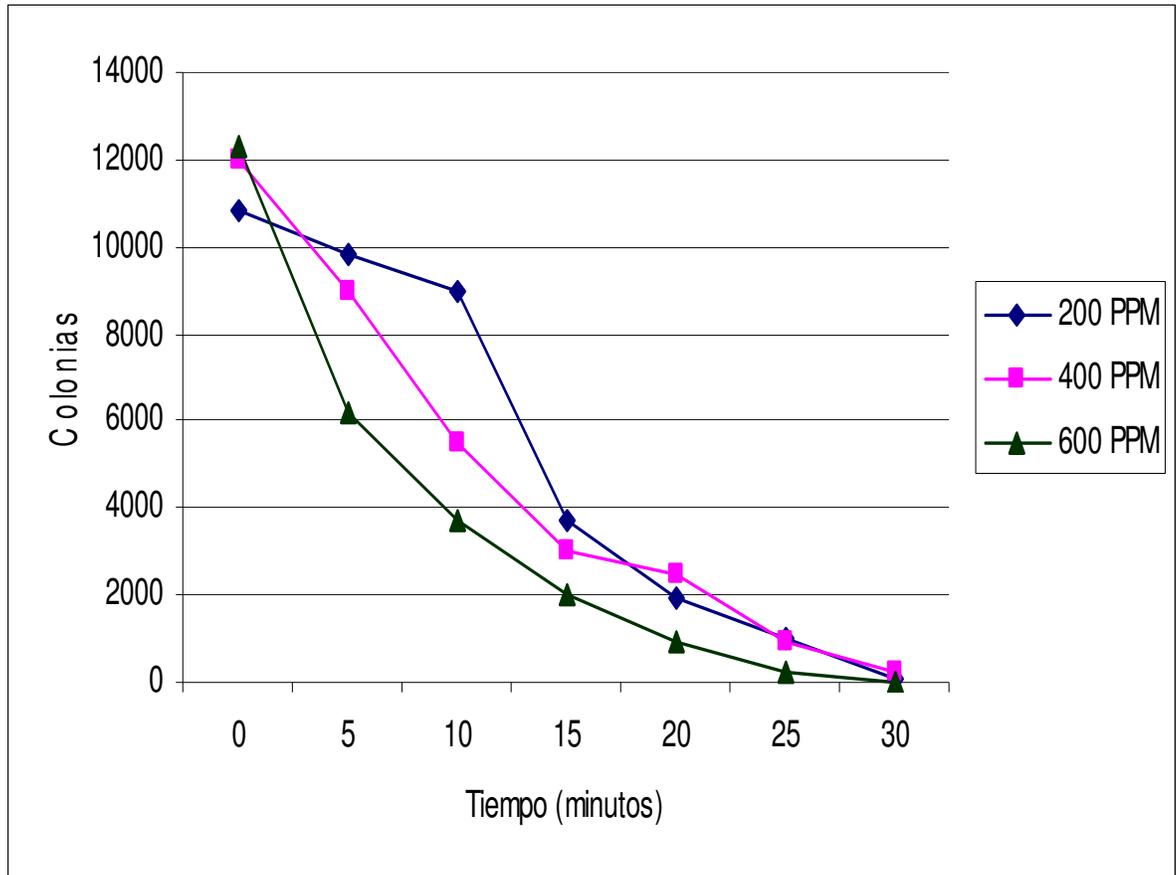
Tabla VI. Resultados de Swab test para Amonio Cuaternario a diferentes concentraciones

Pruebas de laboratorio

TIEMPO (minutos)	[] ₀ = 200 PPM			[] ₀ = 400 PPM			[] ₀ = 600 PPM		
	RTB	RTO. TOTAL HONGOS Y LEVADURAS	RECuento TOTAL DE COLIFORMES	RTB	RTO. TOTAL HONGOS Y LEVADURAS	RECuento TOTAL DE COLIFORMES	RTB	RTO. TOTAL HONGOS Y LEVADURAS	RECuento TOTAL DE COLIFORMES
	(UFC/50 cm ²)	(UFC/50 cm ²)	(UFC/50 cm ²)	(UFC/50 cm ²)	(UFC/50 cm ²)	(UFC/50 cm ²)	(UFC/50 cm ²)	(UFC/50 cm ²)	(UFC/50 cm ²)
0	10800	390	<10	12000	400	<10	12300	370	<10
5	9800	130	<10	9000	30	<10	6200	<10	<10
10	9000	<10	<10	5500	<10	<10	3700	<10	<10
15	3700	<10	<10	3000	<10	<10	2000	<10	<10
20	1900	<10	<10	2500	<10	<10	900	<10	<10
25	1000	<10	<10	900	<10	<10	200	<10	<10
30	100	<10	<10	200	<10	<10	0	<10	<10

Fuente: Tablas de resultados de análisis microbiológico de superficies (swab test), del laboratorio de la planta de Alimentos XXX

Figura 6. Gráfico que muestra la curva de muerte de bacterias en función del tiempo para el sanitizante: Amonio Cuaternario



Fuente: Gráficas de resultados de análisis microbiológico de superficies (swab test), del laboratorio de la planta de Alimentos XXX

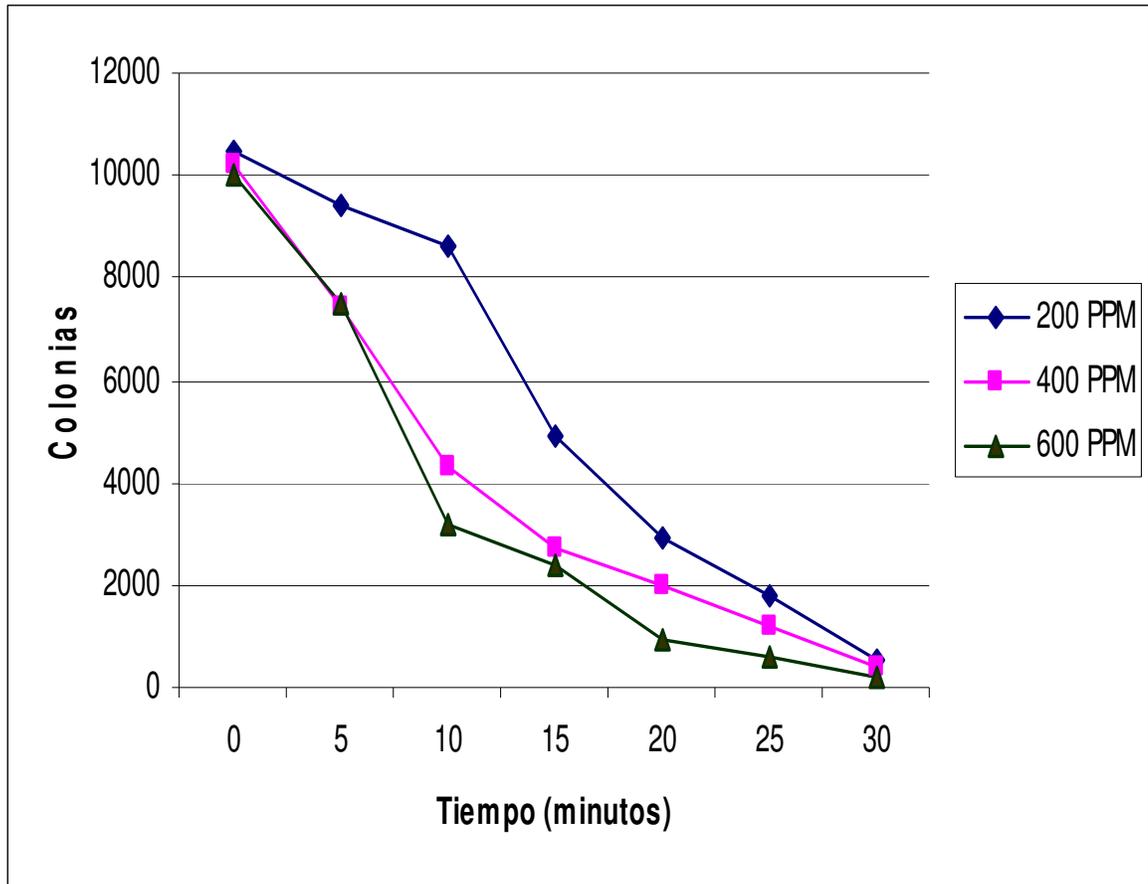
Tabla VII. Resultados de Swab test para Hipoclorito de Sodio a diferentes concentraciones

Pruebas de laboratorio

TIEMPO (minutos)	[] ₀ = 200 PPM			[] ₀ = 400 PPM			[] ₀ = 600 PPM		
	RTB	RTO. TOTAL HONGOS Y LEVADURAS	RECUENTO TOTAL DE COLIFORMES	RTB	RTO. TOTAL HONGOS Y LEVADURAS	RECUENTO TOTAL DE COLIFORMES	RTB	RTO. TOTAL HONGOS Y LEVADURAS	RECUENTO TOTAL DE COLIFORMES
	(UFC/50 cm ²)	(UFC/50 cm ²)	(UFC/50 cm ²)	(UFC/50 cm ²)	(UFC/50 cm ²)	(UFC/50 cm ²)	(UFC/50 cm ²)	(UFC/50 cm ²)	(UFC/50 cm ²)
0	10500	560	<10	10200	320	<10	10000	410	<10
5	9400	120	<10	7400	<10	<10	7500	<10	<10
10	8600	<10	<10	4300	<10	<10	3200	<10	<10
15	4900	<10	<10	2700	<10	<10	2400	<10	<10
20	2900	<10	<10	2000	<10	<10	900	<10	<10
25	1800	<10	<10	1200	<10	<10	600	<10	<10
30	500	<10	<10	400	<10	<10	200	<10	<10

Fuente: Tablas de resultados de análisis microbiológico de superficies (swab test), del laboratorio de la planta de Alimentos XXX

Figura 7. Gráfico de muestra la curva de muerte de bacterias en función del tiempo para el sanitizante: Hipoclorito de Sodio



Fuente: Gráficas de resultados de análisis microbiológico de superficies (swab test), del laboratorio de la planta de Alimentos XXX

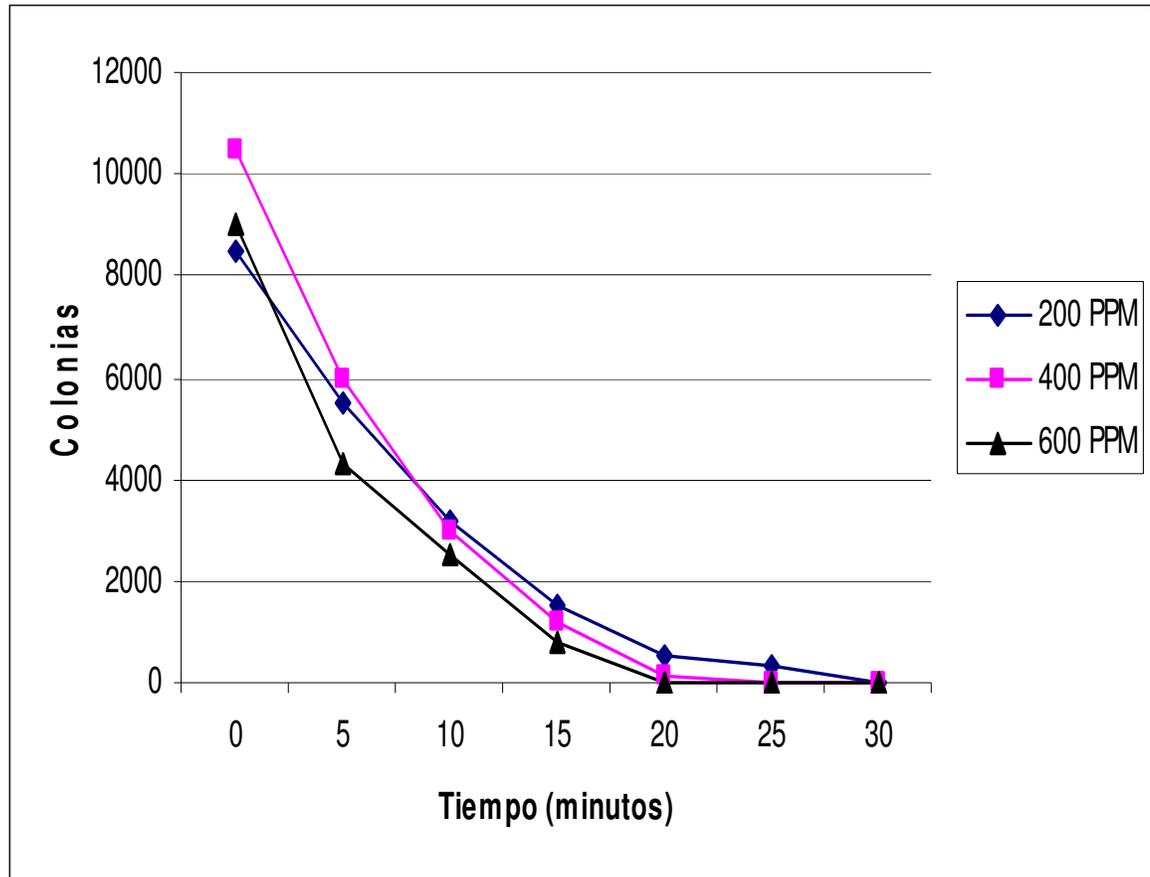
Tabla VIII. Resultados de Swab test para Yodo Polimérico a diferentes concentraciones

Pruebas de laboratorio

TIEMPO (minutos)	[] ₀ = 200 PPM			[] ₀ = 400 PPM			[] ₀ = 600 PPM		
	RTB	RTO. TOTAL HONGOS Y LEVADURAS	RECUENTO TOTAL DE COLIFORMES	RTB	RTO. TOTAL HONGOS Y LEVADURAS	RECUENTO TOTAL DE COLIFORMES	RTB	RTO. TOTAL HONGOS Y LEVADURAS	RECUENTO TOTAL DE COLIFORMES
	(UFC/50 cm ²)	(UFC/50 cm ²)	(UFC/50 cm ²)	(UFC/50 cm ²)	(UFC/50 cm ²)	(UFC/50 cm ²)	(UFC/50 cm ²)	(UFC/50 cm ²)	(UFC/50 cm ²)
0	8500	590	<10	10500	450	<10	9000	340	<10
5	5500	140	<10	6000	<10	<10	4300	<10	<10
10	3200	<10	<10	3000	<10	<10	2500	<10	<10
15	1500	<10	<10	1200	<10	<10	800	<10	<10
20	500	<10	<10	100	<10	<10	0	<10	<10
25	300	<10	<10	0	<10	<10	0	<10	<10
30	0	<10	<10	0	<10	<10	0	<10	<10

Fuente: Tablas de resultados de análisis microbiológico de superficies (swab test), del laboratorio de la planta de Alimentos XXX

Figura 8. Gráfico que muestra la curva de muerte de bacterias en función del tiempo para el sanitizante: Yodo Polimérico



Fuente: Gráficas de resultados de análisis microbiológico de superficies (swab test), del laboratorio de la planta de Alimentos XXX

Tabla IX. Resultados antes y después de cada limpieza utilizando el nuevo procedimiento, sanitizante utilizado: Ácido Peroxacético

LIMPIEZA	LINEA	ANTES DE LIMPIEZA			DESPUES DE LIMPIEZA		
		RTB (UFC/50 cm ²)	RTO. TOTAL HONGOS Y LEVADURAS (UFC/50 cm ²)	RECUENTO TOTAL DE COLIFORMES (UFC/50 cm ²)	RTB (UFC/50 cm ²)	RTO. TOTAL HONGOS Y LEVADURAS (UFC/50 cm ²)	RECUENTO TOTAL DE COLIFORMES (UFC/50 cm ²)
DIA 1	1	8500	10	<10	100	<10	<10
DIA 2	1	5900	20	<10	0	<10	<10
DIA 3	1	5100	10	<10	0	<10	<10
DIA 1	2	8100	30	<10	0	<10	<10
DIA 2	2	3200	10	<10	0	<10	<10
DIA 3	2	5200	20	<10	0	<10	<10
DIA 1	3	4100	10	<10	0	<10	<10
DIA 2	3	9500	20	<10	100	<10	<10
DIA 3	3	6200	<10	<10	0	<10	<10
DIA 1	4	8100	<10	<10	0	<10	<10
DIA 2	4	1200	20	<10	0	<10	<10
DIA 3	4	4500	30	<10	0	<10	<10
DIA 1	5	8900	40	<10	100	<10	<10
DIA 2	5	6300	50	<10	0	<10	<10
DIA 3	5	4300	20	<10	0	<10	<10
DIA 1	6	1200	<10	<10	0	<10	<10
DIA 2	6	1900	30	<10	0	<10	<10
DIA 3	6	8200	40	<10	0	<10	<10
DIA 1	7	1100	20	<10	0	<10	<10
DIA 2	7	6200	10	<10	0	<10	<10
DIA 3	7	7100	10	<10	0	<10	<10
DIA 1	8	6200	<10	<10	0	<10	<10
DIA 2	8	6500	20	<10	0	<10	<10
DIA 3	8	6100	20	<10	0	<10	<10
DIA 1	9	3200	10	<10	0	<10	<10
DIA 2	9	2100	30	<10	0	<10	<10
DIA 3	9	5100	10	<10	0	<10	<10

Fuente: Tablas de resultados de análisis microbiológico de superficies (swab test), del laboratorio de la planta de Alimentos XXX

Tabla X. Resultados antes y después de cada limpieza utilizando el nuevo procedimiento, sanitizante utilizado: Yodo Polimérico

LIMPIEZA	LÍNEA	ANTES DE LIMPIEZA			DESPUÉS DE LIMPIEZA		
		RTB (UFC/50 cm ²)	RTO. TOTAL HONGOS Y LEVADURAS (UFC/50 cm ²)	RECuento TOTAL DE COLIFORMES (UFC/50 cm ²)	RTB (UFC/50 cm ²)	RTO. TOTAL HONGOS Y LEVADURAS (UFC/50 cm ²)	RECuento TOTAL DE COLIFORMES (UFC/50 cm ²)
DIA 4	1	1000	20	<10	0	<10	<10
DIA 5	1	9500	10	<10	100	<10	<10
DIA 6	1	4000	10	<10	0	<10	<10
DIA 4	2	5000	20	<10	0	<10	<10
DIA 5	2	6000	10	<10	0	<10	<10
DIA 6	2	7000	<10	<10	0	<10	<10
DIA 4	3	5000	20	<10	0	<10	<10
DIA 5	3	4000	30	<10	0	<10	<10
DIA 6	3	2500	60	<10	0	<10	<10
DIA 4	4	2000	10	<10	0	<10	<10
DIA 5	4	2000	20	<10	0	<10	<10
DIA 6	4	1000	30	<10	0	<10	<10
DIA 4	5	7000	<10	<10	0	<10	<10
DIA 5	5	8000	10	<10	0	<10	<10
DIA 6	5	6000	10	<10	0	<10	<10
DIA 4	6	4200	20	<10	0	<10	<10
DIA 5	6	6100	30	<10	0	<10	<10
DIA 6	6	5900	10	<10	0	<10	<10
DIA 4	7	7200	20	<10	0	<10	<10
DIA 5	7	8000	<10	<10	0	<10	<10
DIA 6	7	6400	50	<10	0	<10	<10
DIA 4	8	8200	60	<10	100	<10	<10
DIA 5	8	3400	120	<10	0	<10	<10
DIA 6	8	7300	20	<10	0	<10	<10
DIA 4	9	1000	<10	<10	0	<10	<10
DIA 5	9	1200	20	<10	0	<10	<10
DIA 6	9	1400	20	<10	0	<10	<10

Fuente: Tablas de resultados de análisis microbiológico de superficies (swab test), del laboratorio de la planta de Alimentos XXX

Tabla XI. Resultados antes y después de cada limpieza utilizando el antiguo Procedimiento, sanitizante utilizado: Acido Peroxacético

LIMPIEZA	LÍNEA	ANTES DE LIMPIEZA			DESPUÉS DE LIMPIEZA		
		RTB (UFC/50 cm ²)	RTO. TOTAL HONGOS Y LEVADURAS (UFC/50 cm ²)	RECuento TOTAL DE COLIFORMES (UFC/50 cm ²)	RTB (UFC/50 cm ²)	RTO. TOTAL HONGOS Y LEVADURAS (UFC/50 cm ²)	RECuento TOTAL DE COLIFORMES (UFC/50 cm ²)
DIA 1	1	2000	20	<10	200	<10	<10
DIA 1	2	4500	30	<10	0	<10	<10
DIA 1	3	6000	100	<10	500	<10	<10
DIA 1	4	2500	20	<10	100	<10	<10
DIA 1	5	3600	10	<10	0	<10	<10
DIA 1	6	7500	150	<10	0	<10	<10
DIA 1	7	8200	100	<10	1000	20	<10
DIA 1	8	5200	30	<10	100	<10	<10
DIA 1	9	3600	60	<10	100	<10	<10

Fuente: Tablas de resultados de análisis microbiológico de superficies (swab test), del laboratorio de la planta de Alimentos XXX

Tabla XII. Resultados antes y después de cada limpieza utilizando el antiguo procedimiento, sanitizante utilizado: Yodo Polimérico

LIMPIEZA	LÍNEA	ANTES DE LIMPIEZA			DESPUÉS DE LIMPIEZA		
		RTB (UFC/50 cm ²)	RTO. TOTAL HONGOS Y LEVADURAS (UFC/50 cm ²)	RECuento TOTAL DE COLIFORMES (UFC/50 cm ²)	RTB (UFC/50 cm ²)	RTO. TOTAL HONGOS Y LEVADURAS (UFC/50 cm ²)	RECuento TOTAL DE COLIFORMES (UFC/50 cm ²)
DIA 2	1	3500	40	<10	100	<10	<10
DIA 2	2	4200	<10	<10	0	<10	<10
DIA 2	3	6100	30	<10	200	<10	<10
DIA 2	4	2900	60	<10	200	<10	<10
DIA 2	5	6200	100	<10	100	<10	<10
DIA 2	6	1300	20	<10	300	<10	<10
DIA 2	7	7200	50	<10	0	<10	<10
DIA 2	8	6800	30	<10	100	<10	<10
DIA 2	9	3100	40	<10	0	<10	<10

Fuente: Tablas de resultados de análisis microbiológico de superficies (swab test), del laboratorio de la planta de Alimentos XXX

3.3 Discusión de resultados

Es de suma importancia establecer cuales son los principales focos de contaminación, como el proyecto esta enfocado al estudio y reestructuración de los procedimientos de limpieza para las líneas en el área de envasado, esta será el área de análisis para que no constituya una fuente de contaminación del producto final..

Para determinar cuál o cuáles de los cuatro sanitizantes disponibles en la planta de Alimentos XXX cumplía con los requerimientos necesarios para utilizar en los procedimientos de limpieza se trabajaron superficies en iguales condiciones aplicando los productos a diferentes concentraciones para determinar en función del tiempo las curvas de muerte de las bacterias.

Teóricamente, se considera como muerte de un microorganismo la pérdida de las capacidad de reproducción entonces se utilizan técnicas que descubran a los sobrevivientes es decir, a los capaces de reproducirse; ya que los incapaces de reproducirse están muertos. Esto se determino mediante métodos cuantitativos de siembra en placa en los que los supervivientes se detectan porque forman colonias.

Cuando una población microbiana se expone a un agente sanitizante, la cinética de la muerte es casi siempre exponencial ya que el número de supervivientes disminuye de forma geométrica con el tiempo, que es lo que se puede observar en las Figuras 5, 6, 7, y 8.

Analizando los resultados se observa que los productos con mejores resultados de mortandad de microorganismos son el Acido Peroxacético y el Yodo Polimérico, las concentraciones de 400 ppm dan buenos resultados a los veinte minutos, es por ello que en los procedimientos se aplicaran estos productos a concentraciones de 400 ppm.

El Hipoclorito de Sodio tiene un espectro más bajo, según los resultados de análisis microbiológico, de igual forma el olor propio del mismo en determinado momento puede contaminar el producto final si no se realiza un enjuague correcto.

El Amonio Cuaternario tiene también un espectro de acción más bajo, según los resultados de análisis microbiológico, esto coincide con la información bibliográfica, por lo que para usarlo en los procedimientos de limpieza necesarios en esta planta de alimentos no cumple con los requerimientos necesarios.

Habiéndose ya establecido que productos sanitizantes cumplen con los requerimientos a nivel de laboratorio se procedió a documentar el procedimiento de limpieza y aplicar los productos sanitizantes a una dosificación de 400 ppm , el producto Alcalino y el jabón desengrasante se aplicaron según indicaciones del proveedor de productos de limpieza.

Si se comparan los resultados de las tablas IX, X, XI y XII se observa que en los procedimientos antiguos aplicados siempre existen algunas veces contaminaciones microbiológicas, sin embargo aplicando los nuevos procedimientos se disminuye considerablemente la contaminación, esto se debe a que se ha documentado y estandarizado cada uno de los procedimientos de limpieza.

4. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

4.1 Metodología

Para llegar a elaborar el manual de procedimientos en la planta de Alimentos XXX fue necesario tomar como base toda la información obtenida en la fase de investigación y realizar las acciones siguientes:

- ❖ Inspeccionar cada una de las líneas en el área de envasado, así como los procedimientos que se utilizaban para realizar la limpieza.
- ❖ Aplicación de métodos de análisis microbiológico para determinar cual de los sanitizantes con los que se contaba ofrecía los mejores resultados.
- ❖ Anotar datos necesarios para la elaboración del manual: Lugar donde se realiza el procedimiento, dosificaciones, resultados microbiológicos antes y después.
- ❖ Determinar dosificaciones idóneas para el procedimiento en base a resultados microbiológicos y recomendaciones de proveedor.
- ❖ Consultar diferentes fuentes de información (bibliográficas, Internet, personas expertas en la materia, etc.) Para poder desarrollar el contenido del manual.
- ❖ Documentación de cada uno de los procedimientos (creación de manual).

- ❖ Creación de un programa de periodicidad.
- ❖ Creación de formatos de control.

4.2 Resultados

- ❖ Se elaboro un manual de procedimientos de limpieza en las líneas de envasado de la planta de Alimentos XXX. Para efectos de publicación únicamente se colocara acá el procedimiento de la línea 1 con sus respectivos formatos de Control.
- ❖ El manual consta con los nueve procedimientos (uno para cada línea de envasado) y sus respectivos formatos de control.

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>LOGO DE EMPRESA</p> </div> <p>ALIMENTOS XXX</p>	<p>PROCEDIMIENTO PARA LIMPIEZA Y SANITIZACIÓN LÍNEA 1</p>	<p>PDL001 Edición: marzo/2007 Revisión:</p>
---	--	---

OBJETIVO

Diseñar un sistema para mantener una limpieza adecuada sobre el equipo de envasado correspondiente a la línea 1 para mantener un estricto control sobre la contaminación microbiológica y/o cruzada.

PRODUCTOS Y EQUIPOS INVOLUCRADOS

Para realizar la limpieza de forma correcta se utilizara el principio del sistema CIP, utilizando para ello cilindros con bomba, colocando una manguera flexible de un diámetro de 2 plg a la salida de los dosificadores como retorno al cilindro y una que va de la bomba hacia la tolva de alimentación de la máquina llenadora para poder recircular los limpiadores y desinfectantes en la máquina envasadora.

Tabla XIII. Dosificaciones a utilizar en el proceso de limpieza de la línea 1

DESCRIPCIÓN	DILUCIÓN	VOLUMEN DE AGUA	CANTIDAD A APLICAR	[] ₀
Limpiador Alcalino	0.5 % en volumen	50 gl	0.946 litros	No aplica
Jabón desengrasante neutro	1% en volumen	50 gl	1.892 litros	No aplica
Producto desinfectante a base de yodo	0.4% en volumen	50 gl	0.757 litros	400 ppm
Producto desinfectante a base de ácido peroxacético o yodo polimérico	0.4 % en volumen	50gl	0.757 litros	400 ppm

Fuente: Manual de procedimientos de limpieza de la planta de Alimentos XXX

Para la utilización de estos productos es indispensable tener medidores que faciliten la dosificación exacta sin desperdicio de los productos involucrados.

PASOS A SEGUIR

- Conectar el cilindro adicional al sistema (la manguera de la salida de la bomba a la tolva o tanque de alimentación de la línea y una manguera de los dosificadores nuevamente al cilindro).
- Agregar agua al cilindro aproximadamente 50 galones.
- Encender la bomba y la máquina dosificadora para realizar un enjuague al equipo con agua a temperatura ambiente, durante 5 minutos.
- Eliminar el agua del sistema.
- Agregar nuevamente agua al cilindro en un volumen de 50 galones.
- Adicionar 0.946 litros de **Limpiador Alcalino** al volumen de agua a utilizar en el circuito de la línea 1, durante 15 minutos.
- Eliminar el agua del sistema.
- Agregar nuevamente agua al cilindro en un volumen de 50 galones.
- Adicionar 1.892 litros de **Jabón desengrasante neutro** al volumen de agua a utilizar en el circuito de la línea 1, durante 5 minutos
- Enjuague del circuito con agua.
- Antes de producir, realizar una desinfección con Yodo o Acido Peroxacético (utilizando para ello 0.757 litros) disuelto en el volumen de agua de limpieza (aprox. 50 galones) y recircularlo por lo menos 20 minutos, si la desinfección se realiza al final del día, se puede dejar el sistema inundado con la solución hasta el día siguiente.
- Realizar un enjuague al final para eliminar residuos de producto químico.

Elaborado por: Epesista	Revisado por: Gerente de Área	Autorizado por: Gerente General
-------------------------	-------------------------------	---------------------------------

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>LOGO DE EMPRESA</p> </div> <p>ALIMENTOS XXX</p>	<p>CHECK LIST DE LIMPIEZA LÍNEA 1</p>	<p>CLL001 Edición: marzo/2007 Revisión:</p>
---	--	---

OBJETIVO

Realizar una inspección para verificar que el procedimiento de limpieza se halla desarrollado de forma correcta.

No.	Descripción	Check Operator		Check Inspector de Calidad	
		Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple
1	El cilindro se conecta correctamente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Se agrego agua para realizar el preenjuague.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Se eliminó el agua de preenjuague.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Se aplicó el producto alcalino en el procedimiento de limpieza.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Se aplicó el jabón desengrasante neutro en el procedimiento de limpieza.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Se aplicó el producto desinfectante en el procedimiento de limpieza. (Yodo, Acido Peroxacético)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	La tolva de alimentación se encuentra limpia.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Los dosificadores se encuentran limpios.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9	La bomba se encuentra limpia.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Los pistones se encuentran limpios.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	Las tuberías se encuentran limpias.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	Llaves de paso se encuentran limpias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBSERVACIONES:

f) _____
Operador

f) _____
Inspector de Calidad

Vo.Bo.

f) _____
Ingeniero de Planta

Elaborado por: Epesista	Revisado por: Gerente de	Autorizado por: Gerente
-------------------------	--------------------------	-------------------------

		Área	General
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>LOGO DE EMPRESA</p> </div> <p>ALIMENTOS XXX</p>		REGISTRO DE LIMPIEZA LÍNEA 1	
		CRL001 Edición: marzo/2007 Revisión:	

Fecha	Hora de inicio	Hora de finalización	Responsables		Observaciones
			Producción	Control de Calidad	

Elaborado por: Epesista	Revisado por: Gerente de Área	Autorizado por: Gerente General
-------------------------	-------------------------------	---------------------------------

Consideraciones Generales

- ❖ El personal que lleve a cabo los trabajos de limpieza y sanitización debe estar bien capacitado en los procedimientos establecidos para cada área.
- ❖ Los Productos de limpieza deben aplicarse de manera que no contaminen la superficie de los equipos y/o a los alimentos.
- ❖ Todos los productos de limpieza y desinfección serán aprobados previamente a su uso (deben ser específicos para la industria de alimentos), no se permite realizar un cambio sin previa aprobación del departamento de producción y control de calidad.
- ❖ Los productos utilizados como detergentes o sanitizantes, no deben estar fabricados a base de solventes tóxicos o que impartan olores a los alimentos.
- ❖ Todos los productos de limpieza y sanitización se almacenarán en un lugar específico, fuera del área de proceso.
- ❖ Todos los productos de limpieza y sanitización deberán estar rotulados y contenidos en recipientes destinados para tal fin. Dichos recipientes de ninguna manera deberán ser utilizados para contener productos alimenticios.
- ❖ Aquellos equipos que estén conformados por piezas deben desarmarse para asegurar una adecuada limpieza y sanitización. Las piezas o partes del equipo no deben colocarse directamente sobre el piso, pero sí sobre mesas o estantes diseñados específicamente para este propósito. Esto también se aplica para equipo portátil y utensilios necesarios para el proceso.

- ❖ El equipo, una vez limpio, no debe arrastrarse por el piso para que no se contamine.
- ❖ Todos los implementos de limpieza deben mantenerse suspendidos en el aire o sobre una superficie limpia cuando no estén en uso. Los cepillos y escobas no deberán mantenerse directamente sobre el piso ya que este tiene suciedad que puede adherirse fuertemente a las cerdas y por otra parte, pueden perder su forma o configuración física, lo que ocasiona daño prematuro y costo adicional por su reposición.
- ❖ Los implementos de limpieza deben ser de uso específico, de ninguna manera deben utilizarse para otros fines. Por ejemplo: Las escobas o cepillos utilizados para limpiar los pisos, no deben utilizarse para restregar las cajas plásticas.
- ❖ Se debe evitar que el agua sucia de un equipo que se está lavando salpique en algún equipo ya lavado.
- ❖ No se permite el uso de cepillos de metal, esponjas de metal, lanas de acero o cualquier otro material abrasivo ya que pueden dañar los equipos.
- ❖ Las mangueras deberán contar con pistola, preferiblemente de hule, para evitar el desperdicio de agua.
- ❖ Cuando no estén en uso las mangueras de limpieza, deben enrollarse y guardarse colgadas para que no estén en contacto con el piso.

- ❖ Las superficies de contacto utilizadas para la elaboración y/o retención del alimento, deberán estar limpias durante todo el tiempo de exposición, por lo que deberán ser lavadas frecuentemente.

- ❖ Cuando se utilicen equipos y utensilios en una operación de producción continua, las superficies en contacto se limpiarán tantas veces como sea necesario.

- ❖ Se deben enjuagar bien todas las superficies para eliminar residuos de productos de limpieza.

- ❖ El procedimiento de limpieza se debe desarrollar en periodos no mayores a 36 horas o bien cuando exista cambio de producto en la línea de producción.

- ❖ Para cada línea existirá un formato de control en donde se colocara la información necesaria para dar trazabilidad.

4.3 Discusión de resultados

Durante los últimos años ha sido necesario mejorar los procedimientos de manufactura para poder garantizar la calidad del producto final, los alimentos de consumo humano no han sido la excepción, con el surgimiento de nuevas normas que buscan garantizar que ningún producto que sea ingerido cause serios daños a la salud ha sido necesario revisar y reestructurar técnicas y procesos que cumplan con los nuevos requerimientos.

Luego de revisar los procedimientos actuales que se desarrollaban en la planta de Alimentos XXX y realizar evaluaciones microbiológicas sobre la eficacia de estos, se constato que la limpieza de las líneas de envasado no se daban los resultados esperados. Por tal razón que el proyecto se enfoco primero a determinar el sanitizante idóneo a utilizar y luego reestructurar los procedimientos de limpieza y por ultimo la documentación de todo el proceso.

Se llego a determinar que los sanitizantes que pueden utilizarse son el Acido Peroxacético y el Yodo Polimérico, ya que son de amplio espectro y en tiempos de 20 minutos a concentraciones de 400ppm se obtienen los resultados necesarios para garantizar la inocuidad alimentaria.

Con fines de publicación únicamente se coloca la documentación desarrollada para la línea No. 1, de igual forma se desarrollaron los procedimientos y formatos de control para las demás líneas de envasado.

Se realizaron pruebas antes y después de aplicado el nuevo procedimiento de limpieza y se determino que los resultados eran mejores que los obtenidos utilizando los procedimientos anteriores.

5. FASE DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

5.1 Metodología

- ❖ Una vez terminado el manual de procedimientos de limpiezas en líneas de envasado de la planta de Alimentos XXX, se presentó al Gerente de Producción y Control de Calidad para obtener la aprobación.
- ❖ Teniendo la aprobación de Producción y Control de Calidad, se realizó el programa de capacitación al personal de la planta involucrado en la limpieza de las líneas de envasado.
- ❖ Por último, para realizar la presente fase fue necesario realizar una encuesta dirigida a los operadores, inspectores de calidad que laboran en la planta de Alimentos XXX, con el fin de evaluar el nivel de aprendizaje del personal acerca de los nuevos procedimientos.

ENCUESTA SOBRE APLICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE LIMPIEZA

Nombre: _____ Fecha: _____

Departamento: _____

1. ¿Cuál es su cargo?
2. ¿Qué es limpieza?
3. ¿Qué es sanitización?
4. ¿Qué productos de limpieza utiliza?
5. ¿Explique brevemente el procedimiento de limpieza?
6. ¿Qué registros debe de llenar?
7. ¿Conoce el manual de procedimientos de limpieza?
8. ¿Cuándo debe de realizar el procedimiento de limpieza?
9. ¿Qué significa inocuidad de los alimentos?
10. ¿Cómo colabora usted para garantizar la inocuidad de los alimentos?

¡Gracias por su colaboración!

Esta encuesta fue dirigida al personal de la planta de Alimentos XXX encargado del proceso de limpieza en las líneas de envasado. Con el fin de evaluar el grado de conocimiento sobre la importancia de realizar la limpieza de forma adecuada dentro del área de producción.

5.2 Resultados

Los resultados proyectados por la encuesta realizada al personal responsable de efectuar los procedimientos de limpieza dentro de la planta de Alimentos XXX, demuestran que tienen los conocimientos necesarios para desarrollar de forma adecuada los procedimientos de limpieza en cada una de las líneas de envasado en el área de producción.

Los resultados se encuentran en promedio por encima de los 90 puntos, por lo que es motivo de satisfacción dichos resultados ya que la mayoría de personal no tiene un nivel de educación por encima del 3ro. Básico.

5.3 Discusión de resultados

La encuesta se realizó a 30 personas, los resultados demuestran que el 90% del personal encargado de realizar los procedimientos conocen sobre los procedimientos correctos de realizar limpieza en el área de envasado.

Es bien importante el compromiso de la gerencia para el cumplimiento del plan de limpieza, el personal se encuentra capacitado, se tienen publicaciones de los procedimientos en las áreas de trabajo.

CONCLUSIONES

1. Para reestructurar un procedimiento de limpieza es importante evaluar cada uno de los pasos a desarrollar y propiedades de cada uno de los productos químicos a utilizar.
2. Los sanitizantes más apropiados a utilizar en el proceso de limpieza en la planta de Alimentos XXX, son el Ácido Peroxacético y el Yodo Polimérico.
3. Para poder garantizar la inocuidad alimentaria es necesario que el procedimiento de limpieza de una línea de envasado lo realice personal altamente calificado y comprometido.
4. Los métodos propuestos en el presente trabajo para desarrollar los procedimientos de limpieza, generan mejores resultados que los anteriores según la comparación realizada.

RECOMENDACIONES

1. Contratar a una persona capacitada para hacerse cargo de todo el programa de limpieza de la planta.
2. Colocar todos los implementos y productos de limpieza en lugares asignados para tal efecto.
3. Los procedimientos de limpieza y aplicación de productos químicos deben aplicarse de tal forma que no sean fuente de contaminación.
4. Todo personal responsable de realizar el procedimiento de limpieza debe estar capacitado para garantizar la inocuidad alimentaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BUEZO, B. Comparación de los desinfectantes de amonio cuaternario con los de origen fenólico y halogenados. USAC Fac. de Ingeniería. Esc. Ing. Química, Guatemala, 1998 1 pp.
2. CLAISEN. **Como trabaja un sanitizante.** Guatemala pp. 1-5
3. Loc. Cit
4. Loc. Cit
5. Loc. Cit
6. Loc. Cit
7. **Cloro.** <http://www.hidritec.com/doc-doctecnica.htm>, del 10 al 15 de febrero 2007.
8. CLAISEN. **Cómo trabaja un sanitizante.** (Guatemala) pp. 1-5
9. Organismo Legislativo. **Código de salud.** Palacio Nacional, Guatemala, 24/08//2000. 23-26 pp.
10. Codex Alimentarius. **Código internacional de prácticas recomendado – Principios generales de higiene de los alimentos.** CAC/RCP 1-1969, Rev 4 (2003), 17-18 pp.

11. Censano, I u otros. **Nuevo manual de industrias alimentarias**. 1^a. Ed. España: Editorial Mundi-prensa, 1993. 566-575 pp.

12. Loc. Cit.

13. Loc. Cit

14. Loc. Cit.

BIBLIOGRAFÍA

1. Censano, I u otros. **Nuevo manual de industrias alimentarias**. 1ª. Ed. España: Editorial Mundi-prensa, 1993. 566-575 pp.
2. ChemDAT. **La base de Datos de Productos Químicos de Merck**. Edición 2006'1 International,
3. Codex Alimentarius. **Código internacional de prácticas recomendado – Principios generales de higiene de los alimentos**. CAC/RCP 1-1969, Rev 4 2003, 17-18 pp.
4. Merck KgaA, **Microbiology Manual**. 1a. Ed. Alemania: Editorial Merck, 2000. 37 – 41 pp.
5. Organismo Legislativo. **Código de salud**. Palacio Nacional, Guatemala, 24/08//2000. 23-26 pp.
6. Morales Santa María, Oscar Manuel. Optimización del método de limpieza en el lugar de la llenadora de una línea de embotellado de una planta industrial de bebidas carbonatadas. USAC. Fac. Ingeniería. Esc.Ing. Química, Guatemala, 2000. 11-21 pp.

ANEXOS

Figura 9. Fotografías de personal asistente a la capacitación

