



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

EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE LIMPIEZA EN SITIO (CIP), 3 PASOS A TEMPERATURA AMBIENTE EN SUSTITUCIÓN DE UN SISTEMA DE LIMPIEZA EN SITIO (CIP), 5 PASOS A TEMPERATURA AMBIENTE EN LÍNEAS DE EMBOTELLADO, PARA LA INDUSTRIA DE BEBIDAS CARBONATADAS Y NO CARBONATADAS EN UN CAMBIO DE SABOR

Edgar Alfredo García García

Asesorado por el Ing. Manuel Stuardo Serrano Tello
y el Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez

Guatemala, marzo de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE LIMPIEZA EN SITIO (CIP), 3 PASOS A TEMPERATURA AMBIENTE EN SUSTITUCIÓN DE UN SISTEMA DE LIMPIEZA EN SITIO (CIP), 5 PASOS A TEMPERATURA AMBIENTE EN LÍNEAS DE EMBOTELLADO, PARA LA INDUSTRIA DE BEBIDAS CARBONATADAS Y NO CARBONATADAS EN UN CAMBIO DE SABOR

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EDGAR ALFREDO GARCÍA GARCÍA

ASESORADO POR EL ING. MANUEL STUARDO SERRANO TELLO
Y EL ING. VÍCTOR MANUEL MONZÓN VALDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

GUATEMALA, MARZO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Víctor Herbert de León
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez
EXAMINADOR	Ing. Estuardo E. Monroy Benítez
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE LIMPIEZA EN SITIO (CIP), 3 PASOS A TEMPERATURA AMBIENTE EN SUSTITUCIÓN DE UN SISTEMA DE LIMPIEZA EN SITIO (CIP), 5 PASOS A TEMPERATURA AMBIENTE EN LÍNEAS DE EMBOTELLADO, PARA LA INDUSTRIA DE BEBIDAS CARBONATADAS Y NO CARBONATADAS EN UN CAMBIO DE SABOR

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 06 de septiembre de 2010.


Edgar Alfredo García García



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

Guatemala 06 de septiembre de 2011

Ingeniera
Teresa Lisely De León Arana
Coordinadora de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería / USAC
Presente

Estimada Ingeniera De León Arana:

Informo a usted que he revisado el informe final del trabajo de graduación titulado: **"EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE LIMPIEZA EN SITIO (CIP) 3 PASOS A TEMPERATURA AMBIENTE EN SUSTITUCIÓN DE UN SISTEMA DE LIMPIEZA EN SITIO (CIP) 5 PASOS A TEMPERATURA AMBIENTE EN LÍNEAS DE EMBOTELLADO, PARA LA INDUSTRIA DE BEBIDAS CARBONATADAS Y NO CARBONATADAS EN UN CAMBIO DE SABOR"**; del estudiante: Edgar Alfredo García García con número de carné: 78-01454.

Después de haber realizado la revisión del informe final del trabajo de graduación y de haber hecho las correcciones pertinentes, considero que llena los requisitos para su aprobación.

Sin otro particular y agradeciéndole la atención que se sirva dar a la presente, me suscribo de usted.

Atentamente,

Ing. Qco. Manuel Stuardo Serrano Tello
ASESOR



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

Guatemala 06 de septiembre de 2011

Ingeniera
Teresa Lisely De León Arana
Coordinadora de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería / USAC
Presente

Estimada Ingeniera De León Arana:

Informo a usted que he revisado el informe final del trabajo de graduación titulado: **"EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE LIMPIEZA EN SITIO (CIP) 3 PASOS A TEMPERATURA AMBIENTE EN SUSTITUCIÓN DE UN SISTEMA DE LIMPIEZA EN SITIO (CIP) 5 PASOS A TEMPERATURA AMBIENTE EN LÍNEAS DE EMBOTELLADO, PARA LA INDUSTRIA DE BEBIDAS CARBONATADAS Y NO CARBONATADAS EN UN CAMBIO DE SABOR"**; del estudiante: Edgar Alfredo García García con número de carné: 78-01454.

Después de haber realizado la revisión del informe final del trabajo de graduación y de haber hecho las correcciones pertinentes, considero que llena los requisitos para su aprobación.

Sin otro particular y agradeciéndole la atención que se sirva dar a la presente, me suscribo de usted.

Atentamente,

Ing. Qco. Víctor Manuel Monzón Valdez
ASESOR



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

Guatemala, 8 de noviembre 2011
Ref.EIQ.TG.263.2011

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

Estimado Ingeniero Álvarez:

Como consta en el **Acta TG-84-2010-B-IF** le informo que reunidos los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del informe final del trabajo de graduación, para optar al título de **INGENIERO QUÍMICO** al estudiante universitario, **Edgar Alfredo García García**, identificado con carné No. **78-01454**, titulado: **"EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE LIMPIEZA EN SITIO (CIP) 3 PASOS A TEMPERATURA AMBIENTE EN SUSTITUCIÓN DE UN SISTEMA DE LIMPIEZA EN SITIO (CIP) 5 PASOS A TEMPERATURA AMBIENTE EN LÍNEAS DE EMBOTELLADO, PARA LA INDUSTRIA DE BEBIDAS CARBONATADAS Y NO CARBONATADAS EN UN CAMBIO DE SABOR"**, el cual ha sido asesorado por el Ingeniero Químico **Stuardo Serrano** y por el Ingeniero Químico **Víctor Monzón**.

Habiendo encontrado el referido informe final **satisfactorio**, se procede a recomendarle autorice al estudiante **García García**, proceder con los trámites requeridos de acuerdo a normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Inga. Teresa Lisseth de León Arana, M.Sc.
COORDINADORA
Tribunal que revisó el informe final
Del trabajo de graduación

C.c.: archivo



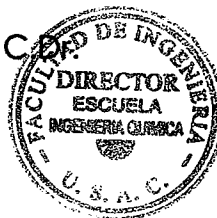


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

Ref.EIQ.TG.040.2012

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Trabajo de Graduación del estudiante, **EDGAR ALFREDO GARCÍA GARCÍA** titulado: "EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE LIMPIEZA EN SITIO (CIP), 3 PASOS A TEMPERATURA AMBIENTE EN SUSTITUCIÓN DE UN SISTEMA DE LIMPIEZA EN SITIO (CIP), 5 PASOS A TEMPERATURA AMBIENTE EN LÍNEAS DE EMBOTELLADO, PARA LA INDUSTRIA DE BEBIDAS CARBONATADAS Y NO CARBONATADAS EN UN CAMBIO DE SABOR".
Procede a la autorización del mismo, ya que reúne el rigor, la secuencia, la pertinencia y la coherencia metodológica requerida.


Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía; C. S.
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química



Guatemala, febrero de 2012

Cc: Archivo
WGAM/ale



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: **EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE LIMPIEZA EN SITIO (CIP), 3 PASOS A TEMPERATURA AMBIENTE EN SUSTITUCIÓN DE UN SISTEMA DE LIMPIEZA EN SITIO (CIP), 5 PASOS A TEMPERATURA AMBIENTE EN LÍNEAS DE EMBOTELLADO, PARA LA INDUSTRIA DE BEBIDAS CARBONATADAS Y NO CARBONATADAS EN UN CAMBIO DE SABOR**, presentado por el estudiante universitario **Edgar Alfredo García García**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, 1 de marzo de 2012.

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios y María Santísima	Por todas sus bendiciones recibidas.
Mi patria	Suelo bendito por Dios.
Mis padres	Adriana Isabel y Alfredo, su amor y sacrificio incondicional.
Mi esposa	Dora Mercedes, fiel compañera y amor de mi vida.
Mis hijos	Raúl Estuardo, César Oswaldo y Max Alfredo, motivo de mi vida.
Mis hermanos	Emilia, Mirna y César, amor fraternal.
Mis suegros	Rosa Galicia y Max Monterroso, cariño y apoyo.
Universidad San Carlos de Guatemala	Cuna de conocimientos.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios y María Santísima	Luz y consuelo.
Mi patria	Guatemala.
Mis padres	Guías de mi vida.
Mi esposa	Fortaleza en mi debilidad.
Mis hijos	Alegrías y satisfacciones.
Mis hermanos	Apoyo y consuelo.
Mis suegros	Gratitud eterna.
Universidad San Carlos de Guatemala	Forjadora de profesionales.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS Y/O HIPÓTESIS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. MARCO CONCEPTUAL	1
1.1. Antecedentes	1
2. MARCO TEÓRICO	9
2.1. Limpieza	9
2.1.1. Tipos de limpieza	9
2.1.2. Métodos de limpieza	9
2.1.3. Proceso de limpieza manual	10
2.1.4. Sistema de limpieza en sitio <i>CIP</i>	10
2.1.5. Agentes de limpieza	11
2.1.6. Materiales para la limpieza	11
2.2. Detergentes	12
2.2.1. Propiedades de los detergentes	12
2.2.2. Mecanismos de acción de los detergentes de Limpieza	12
2.2.3. Clasificación de los detergentes	13
2.2.3.1. Alcalinos	13

2.2.3.2.	Ácidos	13
2.2.3.3.	Surfactantes	14
2.2.3.4.	Secuestrantes	14
2.3.	Desinfección	15
2.3.1.	Propiedades de los desinfectantes	15
2.3.2.	Mecanismos de acción de los agentes Desinfectantes	16
2.3.2.1.	Desintegración de la organización de la Célula	16
2.3.2.2.	Interferencia con la energía	16
2.3.2.3.	Síntesis de proteínas (interferencia con el crecimiento)	17
2.3.3.	Factores que intervienen en la desinfección Química	18
2.3.3.1.	Naturaleza química de la sustancia	18
2.3.3.2.	Presencia de materia orgánica	18
2.3.3.3.	Temperatura	18
2.3.3.4.	Tiempo de contacto	18
2.3.3.5.	Concentración del desinfectante	19
2.3.3.6.	Concentración de iones de hidrogeno (pH)	19
2.3.3.7.	Otros factores que intervienen en el proceso de desinfección	19
2.3.4.	Tipos de desinfección	19
2.3.4.1.	Desinfección en forma física	20
2.3.4.2.	Desinfección en forma química	20
2.4.	Programa de limpieza y desinfección	23
2.4.1.	Componentes del programa de limpieza y Desinfección	25

2.5.	Factores mecánicos	28
3.	DISEÑO METODOLÓGICO	35
3.1.	VARIABLES	35
3.1.1.	Métodos de prueba	35
3.1.2.	Agua de enjuague	37
3.1.3.	Producto terminado	37
3.2.	Universo de estudio, selección y tamaño de la muestra	37
3.2.1.	Pruebas microbiológicas	38
3.2.2.	Prueba sensorial (aparencia, olor y sabor)	38
3.2.3.	Prueba residuo de agente detergente/desinfectante	39
3.2.4.	Monitoreo de las pruebas	39
3.2.4.1.	Sistema semáforo	39
3.2.5.	Registro de tiempo de lavado	40
3.3.	Recurso humano y físico	40
3.3.1.	Capacitación al personal	41
3.3.2.	Capacitación en el uso del equipo a utilizar	42
3.4.	Recurso físicos disponibles	42
3.4.1.	Equipo instalado en la línea de producción	42
3.4.2.	Equipo auxiliar para el procedimiento de limpieza	43
3.4.3.	Producto químico	43
3.4.4.	Reactivos para análisis de concentración de los productos químicos utilizados	43
3.5.	Procedimiento para recolección de datos	43
3.6.	Recolección y ordenamiento de la información	44
3.7.	Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información	44
3.8.	Análisis estadístico	45
3.9.	Plan de análisis de los resultados	45
3.9.1	Determinación de costo	45

4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	49
4.1.	Análisis de resultados	64
4.2.	Análisis económico	71
	CONCLUSIONES	75
	RECOMENDACIONES	77
	BIBLIOGRAFÍA	79
	APÉNDICES	81

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Diagrama sistema <i>CIP</i> centralizado	8
2.	Diagrama básico de un sistema <i>CIP</i> en equipo de llenado, de una línea de producción de bebidas	29
3.	Colocación de válvulas rociadoras (<i>spray ball</i>) para garantizar flujo laminar	30
4.	Ángulo de aplicación de válvula rociadora (<i>spray ball</i>)	31
5.	Válvula rociadora, accionada por presión de flujo	32
6.	Punto muertos dentro de tanques	32
7.	Instalación de accesorios de control	33
8.	Flujo del proceso de embotellado	51
9.	Deaerador internamente	52
10.	Flujo en tubería	54
11.	Acción flujo turbulento	55
12.	Evaluando la tubería del equipo a línea de producción	56
13.	Flujo de retorno al equipo <i>CIP</i>	57
14.	Resultados de recuento total en enjuague final	65
15.	Evaluación estadística de recuento total en enjuague final	66
16.	Moho y levadura en enjuague final	67
17.	Evaluación estadística de moho y levadura enjuague final	68
18.	Coliformes en enjuague final	69
19.	Moho y levadura en producto terminado	70
20.	Evaluación estadística de moho y levadura en producto terminado	71

TABLAS

I.	Variables microbiológicas	35
II.	Resultado muestra individual	40
III.	Resultados microbiológicos experimentales mohos y levaduras	49
IV.	Resultados microbiológicos experimentales de coliforme	49
V.	Resultados microbiológicos experimentales de recuento	50
VI.	Procedimiento correctivo de 7 pasos	53
VII.	Medición de flujo en tubería de línea de producción	55
VIII.	Medición de flujo en tubería de línea de producción	56
IX.	Procedimiento limpieza y desinfección 5 pasos	58
X.	Costo de productos químicos en limpieza 5 pasos	59
XI.	Costo por consumo de agua tratada en 5 pasos	60
XII.	Costo por energía eléctrica en limpieza 5 pasos	60
XIII.	Costo total en limpieza de 5 pasos	61
XIV.	Procedimiento limpie en 3 pasos	62
XV.	Costo de productos químicos en limpieza de 3 pasos	62
XVI.	Costo de agua tratada en limpieza de 3 pasos	63
XVII.	Costo por energía eléctrica en limpieza 3 pasos	63
XVIII.	Costo total limpieza 3 pasos	64
XIX.	Comparación costo limpieza 5 pasos y limpieza 3 pasos	73

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
HP/bomba	Capacidad de bomba (caballo de fuerza)
gpm	Galones por minuto
° C	Grados centígrados
l/m	Litros por minuto
m³	Metro cúbico
m/s	Metro por segundo
min	Minuto
NA	No aplica
pie/s	Pie por segundo
%	Porcentaje
CIP/mes	Proceso de limpieza por mes
Q/Kwats	Quetzales por energía eléctrica

Q/mes	Quetzales por mes
Q/CIP	Quetzales por proceso de limpieza
UV	Rayos ultra violeta
Kwats	Unidad de medida eléctrica

GLOSARIO

CIP (<i>Clean in place</i>)	Traducido al español: limpieza en sitio sin desarmar equipos.
COGUANOR	Comisión Guatemalteca de Normas
Coliformes	Bacterias que tienen características bioquímicas en común, con indicadores de contaminación de agua y alimentos.
Desinfectante	Sustancia o producto que destruye los microorganismos evitando su desarrollo.
Detergente	Producto que limpia químicamente.
Inocuidad	Libre de microorganismos patógenos.
Levadura	Nombre genérico de ciertos hongos unicelulares, de forma ovoidea, que se reproducen por gemación o división.
Mesofilos aerobios	Bacteria con crecimiento óptimo de 20 a 45 grados centígrados.
Microorganismos no patógenos	Seres vivos microscópicos que no producen enfermedades.

Microorganismos patógenos

Seres vivos microscópicos que producen enfermedades.

Moho

Nombre de varias especies de hongos de tamaño muy pequeño que viven en los medios orgánicos ricos en materias nutritivas.

RESUMEN

Se evaluó un procedimiento de limpieza en sitio de 3 pasos (agua - detergente/desinfectante – agua), que sustituya a uno de 5 pasos (agua – detergente – agua – desinfectante - agua), a temperatura ambiente en proceso de cambio de sabor de bebidas carbonatadas y no carbonatadas.

Utilizando un detergente alcalino clorado, por un período de 20 cambios de sabor, realizando estudios microbiológicos de acuerdo a la Norma COGUANOR (coliformes NGO 34 155 h3, recuento total NGO 34 155 h2 y moho-levadura NGO 34 155 h4).

Obteniendo más tiempo disponible en el equipo para producir, reduciendo costo de agua, químicos y energía, respetando las normas de calidad y garantizando al consumidor final un producto de calidad.

El ahorro obtenido de 95 181,84 en Q/año, es equivalente al 53,84% del costo anterior, y otorgando 312 horas/año disponibles para producción, mejorando la eficiencia operativa del equipo.

Demostrándose que el procedimiento de limpieza y desinfección en sitio de 3 pasos a temperatura ambiente, sí es recomendable y funcional. Logró mantener los estándares de calidad expresados en los resultados microbiológicos.

OBJETIVOS

General

Evaluar un sistema de limpieza y desinfección en 3 pasos: enjuague - detergente/desinfectante - enjuague, en sustitución de sistema de 5 pasos: enjuague – detergente – enjuague – desinfectante – enjuague, para líneas de embotellado en bebidas carbonatas y no carbonatadas en procedimiento de cambio de sabor.

Específicos

1. Evaluar el desempeño del procedimiento en la etapa detergente desinfectante; considerando la microbiología de equipos y producto terminado, como factor determinante.
2. Elaborar un estudio económico para determinar el ahorro de agua, tiempo, químicos en el proceso de limpieza – desinfección.
3. Elaborar un estudio técnico para establecer un procedimiento rutinario en el programa de limpieza y desinfección en la línea de producción.

HIPÓTESIS

Un sistema de limpieza en sitio de 3 pasos a temperatura ambiente tiene la misma efectividad en cuanto a inocuidad de los alimentos, que el sistema de limpieza en sitio de 5 pasos a temperatura ambiente, para una línea de embotellado de una industria de bebidas carbonatadas y no carbonatadas.

INTRODUCCIÓN

El procedimiento de limpieza y desinfección es importante para las industrias, que tienen como objetivo comercializar alimentos de la mejor calidad. Garantizando al consumidor un producto que cumpla con las expectativas del mercado, lo que le permite la preferencia del público.

La empresa cuenta, actualmente, con una planta ubicada en el municipio de Guatemala, especializada en la elaboración de bebidas carbonatadas y no carbonatadas. Por el grado de competitividad evidencia la necesidad de diversificar sus productos que actualmente tiene en el mercado nacional e internacional, obligándola a realizar un ajuste de todos los programas, específicamente al sistema de limpieza y desinfección adecuándolo a todos sus procesos y productos.

En el procedimiento de limpieza y desinfección debe temarse en cuenta los siguientes aspectos:

- Objetivos claros para el aseguramiento de la calidad por parte de la empresa, en todos los productos comercializados.
- El cumplimiento adecuado del sistema de limpieza y desinfección en una empresa, evita diferentes problemas en la preservación de la inocuidad, calidad del producto, pérdidas económicas por contaminación, reclamaciones, disminución en la rentabilidad económica y mala imagen del producto en la comunidad.

- La empresa conoce y controla los microorganismos patógenos y no patógenos que pueden alterar las características del producto.
- El sistema de limpieza y desinfección se encuentra en forma escrita dentro de la empresa, con todas las especificaciones necesarias, es divulgado, monitoreado y verificado por los responsables del área de calidad, con el fin de lograr su aplicación y poder medir la efectividad del mismo.

La industria alimenticia, actualmente, para mantenerse en un mercado muy competitivo, desarrolla continuamente procesos que le permiten una mayor producción al menor costo.

1. MARCO CONCEPTUAL

1.1. Antecedentes

Los procesos de limpieza y desinfección de las líneas de producción en la industria de alimentos, con el objetivo de garantizar la total inocuidad de los equipos, han utilizado procedimientos muy extensos, reduciendo el tiempo de utilización de líneas de producción.

En el trabajo de graduación de la Inga. Blanca Lissette Estrada Tenaz, Análisis técnico-económico de sistemas de limpieza para línea de producción en la industria de alimentos, realizó un estudio técnico-económico, de los beneficios de un procedimiento de limpieza en sitio (*CIP*), sobre uno manual, para una línea de producción de néctares de fruta.

En un proceso de limpieza en sitio se establecen 4 factores importantes:

- Efecto mecánico: flujo turbulento en tubería y flujo laminar en tanques.
- Tiempo de contacto: el necesario para garantizar la total remoción de la materia orgánica, influenciado por la acción mecánica.
- Concentración de los productos químicos: detergente alcalino para remoción de materia orgánica, detergente ácido para remoción de agentes inorgánicos, último paso desinfectante.

- Temperatura con efecto desinfectante: cuando es necesario según el proceso y producto elaborado.

En los procedimientos de limpieza y desinfección de 5 pasos, utilizando por separado un detergente y un desinfectante, puede utilizarse un tiempo total de 115 minutos, de acuerdo a cada etapa del procedimiento:

- Primer enjuague para eliminación de producto
- Recirculación del detergente
- Segundo enjuague para eliminación del detergente
- Recirculación del desinfectante
- Tercer enjuague para eliminación del desinfectante

Por la evolución constante y necesidad de optimizar procedimientos garantizando los estándares de calidad, el presente trabajo de investigación, pretendió establecer un procedimiento en 3 pasos a temperatura ambiente, en sustitución de un procedimiento de 5 pasos a temperatura ambiente, utilizando un producto que cumpla con el poder detergente y desinfectante en un solo paso, obteniendo ahorro en tiempo, agua, recurso humano, químicos. Aplicado en la industria de bebidas carbonatadas y no carbonatadas.

El análisis económico, determinará costo- beneficio, otorgando tiempo adicional en la utilización de la línea de producción.

Inicialmente se ha utilizado en la industria procedimientos muy extensos para garantizar los resultados:

- Detergentes extremadamente alcalinos, logrando la destrucción por acción química de la materia orgánica depositada en las tuberías y

equipos, provocando la utilización adicional de tiempo y agua en la total remoción del producto detergente.

- Temperatura de 80 °C por 20 minutos, logrando una desinfección total de los equipos, utilizando mucha energía calorífica para mantener la temperatura en el tiempo necesario y estipulado.
- Utilización de mayor cantidad de agua, en la evacuación del detergente alcalino y en disminuir la temperatura del equipo.
- Reducción de vida útil en empaques y válvulas por condiciones extremas de uso, provocando fugas y puntos muertos de contaminación. Por los altos valores energéticos se ha sustituido la temperatura como agente desinfectante, por productos químicos ligeramente ácidos aplicados a temperatura ambiente, obteniendo la destrucción de los microorganismos por oxidación de la materia.
- Cloro acidificado utilizado, frecuentemente por su costo.
- Ácido peracético, evita que los microorganismos formen esporas.

Los procedimientos utilizados están diseñados de acuerdo a las características de las líneas de producción:

- Por inundación
 - Utiliza volumen de solución muy alto, para lograr cubrir en su totalidad los equipos y tubería.
 - La solución es utilizada una sola vez, elevando su costo.

- Por recirculación e inundación
 - Utiliza volumen de solución muy alto, para lograr cubrir en su totalidad los equipos y tubería.
 - La solución es utilizada una sola vez, elevando su costo.
 - Utiliza más tiempo para lograr la destrucción de la materia orgánica.

- Por recirculación
 - Utiliza sistema de retorno, tanque de almacenamiento y bombas adicionales.
 - Acción mecánica, utilizada para acelerar la remoción de los restos de producto y materia orgánica.
 - Reduce tiempo de aplicación.

- Por limpieza en litio (sistema *CIP*)
 - Utiliza sistema de retorno, tanque de almacenamiento y bombas adicionales.
 - Acción mecánica, importante para acelerar la remoción de los restos de producto y materia orgánica.
 - Reduce tiempo de aplicación.
 - Reduce volumen de solución de limpieza.

Las empresas dedicadas a la comercialización de productos químicos para limpieza y desinfección en la industria de alimentos, han desarrollado productos especializados buscando la protección del medio ambiente y reduciendo la tensión superficial para favorecer el ahorro de agua.

Es importante considerar los siguientes factores que influyen en un proceso de limpieza en sitio (sistema *CIP*):

- Acción mecánica: factor importante para el buen desarrollo de los programas de limpieza y desinfección.
 - Acción mecánica en tubería: para lograr la mejor acción mecánica en tubería, es necesario mantener un flujo turbulento en todo el largo de tubería instalada.
 - Acción mecánica en tanques: los tanques de almacenamiento en las líneas de producción, deben ser susceptibles a incorporarse eficientemente en los programas de limpieza y desinfección.
- Concentración en las soluciones químicas utilizadas: el uso de los productos químicos, depende directamente del contenido del ingrediente activo, tensoactivos, despersantes, emulsificantes y antidepositantes.
- Tiempo de contacto: está influenciado por la acción mecánica y velocidad del flujo en las diferentes secciones del equipo. Los diseñadores de equipos *CIP*, han desarrollado equipos logrando una limpieza eficiente con un tiempo de contacto de 20 minutos.
- Temperatura: en la producción de bebidas carbonatadas, la temperatura de operación de las líneas de producción es de 3 a 4 °C. Para poder aplicar temperatura de 80 °C, es necesario que el equipo esté diseñado para soportar cambio de temperatura, eliminando riesgo de daño en los empaques, reducir el riesgo de fugas por contracción y dilatación en las uniones, eliminando focos de contaminación en válvulas y uniones.

La limpieza y desinfección en la industria de bebidas carbonatadas y no carbonatadas, influye en:

- Calidad del producto
- Economía
- Ecología

Los procedimientos de limpieza y desinfección de las líneas de producción nacen de la necesidad en la industria alimenticia, de lograr una limpieza a un costo razonable y en el menor tiempo, garantizando la inocuidad de los alimentos al consumidor final.

A través de los años, esta necesidad ha llevado a modificar, no sólo los equipos para un buen procedimiento de limpieza y desinfección, sino también los productos químicos utilizados para el efecto, los cuales han sufrido cambios que permiten ahorro en tiempo y agua.

Con el propósito de realizar la limpieza y desinfección, sin tener la necesidad de desmontar el equipo para realizar limpieza manual (cepillando cada una de sus partes), nace la limpieza en sitio (*CIP*).

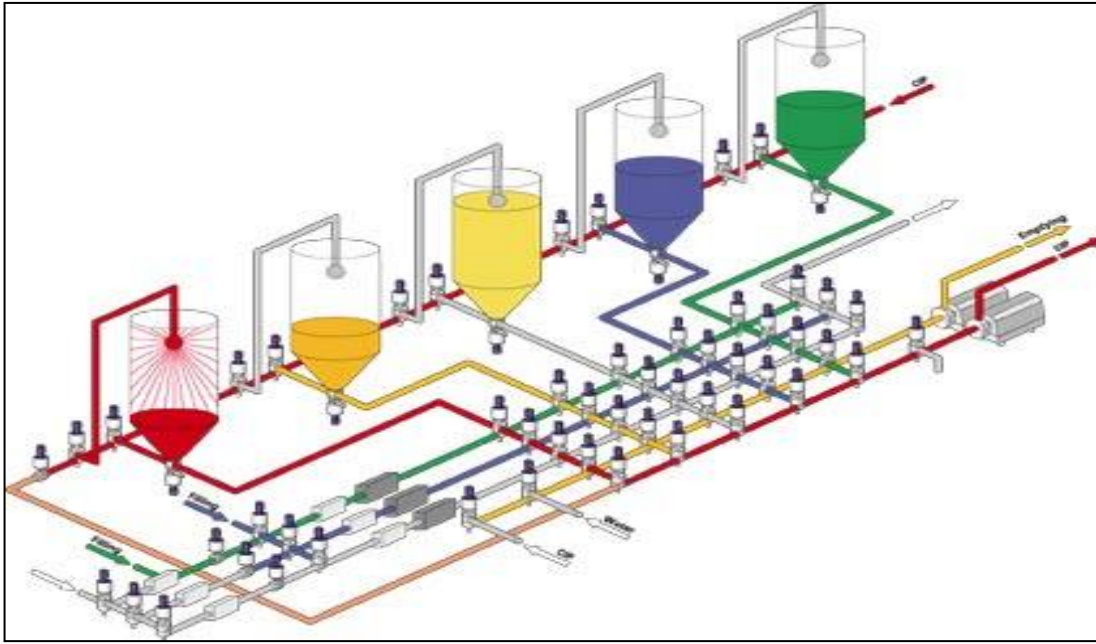
Un procedimiento de limpieza en sitio, tiene como objetivo realizar la limpieza y desinfección de las líneas de producción.

- Garantizando inocuidad de los alimentos
- Reduciendo tiempo, el consumo de agua, de químicos, de energía y de la intervención de operadores

La necesidad de la mejora continua en los procesos de limpieza y desinfección de los equipos de producción, mantiene a la industria en evaluación constante de los procesos y productos químicos utilizados, por las características de la materia orgánica a remover (carbohidratos en la industria de bebidas carbonatadas y no carbonatadas). El sistema más utilizado es limpieza en sitio de 5 pasos:

- Primero: agua para lograr la mayor remoción de los residuos en la tubería, equipo y accesorios instalados.
- Segundo: detergente alcalino para lograr la degradación de toda la materia orgánica, como azúcar, colorantes, saborizantes y aromas.
- Tercero: agua para lograr la remoción total del detergente y residuos de materia orgánica suspendida en la solución de limpieza.
- Cuarto: desinfectante ácido para lograr la eliminación total de bacterias, mohos y levaduras, como fuente de contaminación en el producto terminado.
- Quinto: agua para lograr la remoción total del desinfectante y dejar inundado el equipo, listo para ser utilizado en producción.

Figura 1. Diagrama sistema *CIP* centralizado



Fuente: Manual técnico Sanimatic *CIP*, p. 89.

2. MARCO TEÓRICO

Para cada área se debe establecer la frecuencia de limpieza requerida de acuerdo al volumen de trabajo personal y material que se utiliza. Asimismo, el momento más apropiado para realizar el proceso, y seguir un procedimiento cuya eficacia haya sido determinada previamente.

2.1. Limpieza

Mecanismo utilizado para lograr la remoción de los residuos de bebida presentes en tubería y equipos de la línea de producción.

2.1.1. Tipos de limpieza

Limpieza en seco: ésta se realiza mediante aspiración de los residuos removidos con cepillos o raspadores, en equipos y superficies que no pueden ser humectados, porque alteran el producto que se va a elaborar.

Limpieza húmeda: es aquella en la cual se emplea una solución de limpieza, que por lo general está compuesta por agua y un detergente.

2.1.2. Métodos de limpieza

Se conocen los siguientes métodos para aplicar la limpieza: manual y sistema *CIP* (limpieza en el lugar), en cada uno de los métodos de éstas intervienen algunos parámetros como la acción mecánica, química y tiempo de limpieza o exposición. El método manual requiere mayor acción

mecánica y el tiempo de limpieza o exposición es menor con respecto a otros métodos.

2.1.3. Proceso de limpieza manual

En esta limpieza se emplea el esfuerzo físico como el frotado, la agitación y la aplicación a presión en la cual se utilizan escobas, toallas etc., y tiene lugar mediante una secuencia de reacciones, como diluir el detergente en el agua, aplicar la solución en la superficie para iniciar el proceso de separación de la suciedad; con el fin de ayudar al desprendimiento de la mugre. De igual manera, incrementar la temperatura a la solución limpiadora contribuye a aflojar aun más la suciedad. La suciedad o mugre se divide y se inicia la dispersión en la solución de limpieza, la solución limpiadora junto con la suciedad dispersada, finalmente se enjuagan con abundante agua potable.

2.1.4. Sistema de limpieza en el sitio CIP

Este sistema integra limpieza y desinfección sin la intervención directa del operador. Es aplicable a circuitos cerrados (intercambiadores, llenadoras) y abiertos (tanques), por ser un sistema de limpieza en el sitio, no es necesario desarmar el equipo; se puede aplicar a partir de unidades descentralizadas o de una unidad central, que permite la recirculación de la solución limpiadora. Esta solución puede ser recuperada para ser empleada en otras operaciones de limpieza, por lo cual resulta ser un método económico. El circuito debe ser simple, en acero inoxidable y de volumen reducido. Los detergentes y desinfectantes deben ser compatibles con el equipo, y limpiados ocasionalmente; además es conveniente la rotación del agente desinfectante, debido a la tendencia de los microorganismos a desarrollar resistencia a la acción de un mismo desinfectante. La temperatura de las

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

2.1.5. Agentes de limpieza

También llamados limpiadores, son aquellos que se emplean para retirar la suciedad. Los más conocidos son: detergentes, jabones y el agua, ésta última se utiliza para preparar las soluciones de limpieza. El detergente es la sustancia que ayuda al desprendimiento, disolución y dispersión de la suciedad. El agua permite el arrastre de la misma, por disolución del detergente en ella. En algunos casos es necesario el uso de disolventes para eliminar residuos de grasas y pinturas por lo cual estas sustancias se consideran también, agentes de limpieza. Algunos detergentes pueden tener o no acción bactericida dependiendo de su composición. El cloro usado con detergentes alcalinos, ayuda a la eliminación de las proteínas, pero no actúa como desinfectante.

2.1.6. Materiales para la limpieza

La higiene es un factor de gran importancia en la industria, necesaria para conseguir un producto final de calidad y seguro microbiológicamente. Para el mantenimiento de las condiciones higiénicas en las áreas de producción se realiza limpieza y desinfecciones periódicas, con el propósito de reducir el grado de contaminación ambiental, mediante instalaciones de limpieza centralizadas; por esto es necesario contar con materiales de excelente calidad como: escobas, cepillos, esponjas desechables, baldes limpios, y demás utensilios que facilitan la limpieza de la planta.

2.2. Detergentes

Son sustancias que tienen la propiedad química de disolver la suciedad o las impurezas de un objeto sin deteriorarlo. Es decir, sustancias o productos que limpian químicamente.

2.2.1. Propiedades de los detergentes

- Inodoro
- Biodegradable
- Económico
- Soluble en agua
- No corrosivo
- Estable durante el almacenamiento
- Fácil de dosificar

2.2.2. Mecanismos de acción de los detergentes de limpieza

Los mecanismos de acción corresponden a las propiedades fisicoquímicas que éstos poseen, como la capacidad de humectación o penetración, de tal manera que reduzca la tensión superficial del agua y la solución limpiadora pueda penetrar en la suciedad para eliminarla más fácilmente (tensoactiva), deben tener un poder emulsificante de grasas y aceites, descomponiendo estas sustancias en glóbulos pequeños que permanecen en una suspensión distribuida en toda la solución, poder saponificar las grasas convirtiéndolas en jabones soluble, este mecanismo ayuda a la remoción de depósitos de grasas y aceites; estas sustancias se dividen en pequeñas gotas que permanecen en la solución sin precipitar, tener la capacidad dispersante, el cual consiste en disgregar las partículas de

suciedad evitando que se formen agregados, un poder secuestrante de las sales de calcio y magnesio en aguas duras, de forma tal que no disminuya la eficiencia de la limpieza, por último que sea de fácil enjuague.

2.2.3. Clasificación de los detergentes

Los detergentes se clasifican según sus propiedades químicas en:

2.2.3.1. Alcalinos

Son usados para retirar la suciedad orgánica como grasas, aceites, proteínas y carbohidratos. Éstos actúan por emulsificación y saponificación. Pueden ser cáusticos o no cáusticos. Los más conocidos son: hidróxido de sodio o soda cáustica (NaOH), es altamente alcalino, muy soluble en agua, bactericida, económico, usado para retirar suciedades fuertes, puede ser utilizado en equipos de acero inoxidable, debe tenerse cuidado al manipularlo porque produce quemaduras en la piel. Carbonato de sodio Na_2CO_3 , también conocido como ceniza de soda, usado para disolver incrustaciones orgánicas y mugre en general, económico, medianamente alcalino.

2.2.3.2. Ácidos

Se usan para quitar la suciedad inorgánica, como las películas minerales de calcio, magnesio, hierro, eliminan incrustaciones. Puede ser muy corrosivo, por lo que deben emplearse con un inhibidor de corrosión de origen orgánico, son ácidos suaves para la limpieza manual, tienen poder bactericida, entre éstos se encuentran el ácido acético, cítrico y láctico, de origen inorgánico que son usados para grandes incrustaciones; dentro de éstos se encuentra el ácido clorhídrico (ácido muriático), el ácido sulfúrico y el nítrico.

2.2.3.3. Surfactantes

Los agentes de superficie activa son llamados también tensoactivos, porque disminuyen la tensión superficial del agua. El surfactante tiene una estructura molecular formada por una cabeza polar hidrofílica y un extremo no polar hidrófobo, por lo tanto, un extremo es atraído por el agua y el otro por las grasas y aceites. Los surfactantes no son corrosivos, de fácil enjuague, solubles en agua fría, algunos forman espuma abundante, por lo cual se les debe adicionar sustancias antiespumantes.

2.2.3.4. Secuestrante

Son usados para evitar la precipitación de sales en aguas duras, es decir, secuestran las sales del calcio y magnesio, además, previenen la formación de espuma. Se conocen secuestrantes orgánicos o llamados también quelantes como el ácido etilendiamintetracético (EDTA), el ácido Nitrilo TriAcético (NTA). Son relativamente costosos, pero muy eficaces como detergentes líquidos por su gran solubilidad. Dentro de los inorgánicos se encuentran los fosfatos complejos, considerados como altamente efectivos acondicionadores de agua (pirofosfatos).

Es necesario mencionar, que dependiendo del tipo de suciedad que se va a eliminar y de la superficie que se va a limpiar, se empleará un detergente diferente. En la práctica, un agente de limpieza debe contener álcalis, surfactantes y secuestrantes e incluir un inhibidor de corrosión si es necesario.

2.3. Desinfección

Se puede definir como la aplicación de métodos físicos y químicos a superficies correctamente limpias, que estén en contacto o no con el alimento, con el fin de destruir los microorganismos presentes. Uno de los objetivos de la desinfección es reducir el número de microorganismos del medio ambiente, para lo cual se debe tener en cuenta la desinfección de pisos, equipos y utensilios empleados en la preparación de los alimentos.

2.3.1. Propiedades de los desinfectantes

Para elegir un buen desinfectante es necesario tener en cuenta ciertas características químicas y físicas que permitan escoger el que más se acomode a las necesidades de la empresa, de esta forma tener un buen proceso de desinfección de las áreas, equipos, utensilios y superficies, y así poder tener muy buenos resultados, algunas de éstas son:

- Tener un amplio espectro germicida, incluyendo esporas
- No corrosivos
- No tóxicos
- Económicos
- De fácil dosificación
- Solubles en agua
- Mantener acción bactericida residual
- Estables durante el almacenamiento

Independientemente del desinfectante que se va a emplear, se debe tener en cuenta que la superficie a desinfectar está perfectamente limpia y que ésta debe realizarse inmediatamente antes de utilizar el equipo, sin dejar pasar mucho tiempo, para que no se corra el riesgo de una re-contaminación o contaminación cruzada.

2.3.2. Mecanismos de acción de los agentes desinfectantes

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

2.3.2.1. Desintegración de la organización de la célula

Dañan la integridad estructural de la membrana (es decir, la disposición ordenada de lípidos y proteínas), en general, su actividad se debe a que forman poros en la membrana plasmática de forma que se rompe, se destruyen los gradientes de iones, necesarios para la obtención de energía y se produce la pérdida de solutos celulares, las moléculas no polares penetran en el interior y disuelven la fase lipídica de la bacteria.

2.3.2.2. Interferencia con la energía

Algunos desinfectantes actúan sobre la producción de ATP. Se conoce que algunos agentes pueden desequilibrar la fosforilación oxidativa. Estos agentes inhiben la síntesis de ATP de forma distinta a como lo hacen los inhibidores de la ATPasa. Entre ellos pueden citarse el 2,4, dinitrofenol (DPN), la tetracloresalicilanilida (TCS), que son solubles en lípidos. Se disuelven en las

membranas biológicas disociando oxidación de fosforilación, cortocircuitando el suministro energético y causando un bloqueo del flujo de protones al interior de la célula, colapsando con ello su metabolismo.

2.3.2.3. Síntesis de proteínas, interferencia con el crecimiento

Actúan inhibiendo la síntesis (no destruyen, sino impiden que se formen), operan uniéndose a los ribosomas bacterianos, no destruye la bacteria, tienen acción bacteriostática, pero si ésta se prolonga en el tiempo puede dar lugar a la muerte bacteriana, pueden actuar sobre células que no estén en crecimiento. A este nivel hay dos tipos: acción en unión a la subunidad pequeña del ribosoma y los de acción en unión a la subunidad grande del ribosoma. Lo más importante de estas acciones es que el crecimiento microbiano se detiene.

Por ejemplo: la acción oxidante del cloro al combinarse con el agua, se lleva a cabo directamente sobre el protoplasma de la bacteria causando desintegración de su estructura. Asimismo, se conoce que la mayoría de desinfectantes químicos coagulan las proteínas, como otro mecanismo de acción en la destrucción de bacterias. El rompimiento de la pared celular se explica por el descenso de la tensión superficial causando en algunos casos que la bacteria se disuelva.

2.3.3. Factores que intervienen en la desinfección química

Algunos factores que intervienen en la desinfección son:

2.3.3.1. Naturaleza química de la sustancia

Existe incompatibilidad entre algunos compuestos químicos de los detergentes que afectan la eficiencia de los desinfectantes.

2.3.3.2. Presencia de materia orgánica

Ésta reduce y en algunos casos, inactiva la acción de ciertos agentes desinfectantes, los más afectados son los clorados o iodóforos.

2.3.3.3. Temperatura

El incremento de la temperatura en un desinfectante, generalmente aumenta la actividad microbiana; sin embargo, los clorados pueden perder su efectividad si se calienta a temperaturas superiores a 42 °C.

2.3.3.4. Tiempo de contacto

La susceptibilidad de las células jóvenes, comparada con las células viejas, la clase de microorganismo, interfiere con el tiempo necesario para destruir la bacteria. Un desinfectante debe ser capaz de matar ciertas bacterias en el menor tiempo posible de contacto, eliminando microorganismos sobrevivientes, aún cuando llega el momento en el cual, ya no hay acción biocida.

2.3.3.5. Concentración del desinfectante

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

2.3.3.6. Concentración de iones de hidrógeno (pH)

Los agentes clorados actúan mejor en medio de pH ácido, los compuestos de amonio cuaternario presentan mayor efectividad a pH alto.

2.3.3.7. Otros factores que intervienen en el proceso de desinfección

El tipo de estructura de los microorganismos (esporas, cápsula), al igual que la presencia de formas resistentes por exposición de un solo tipo de desinfectante, por lo cual es conveniente alternar los agentes de desinfección.

2.3.4. Tipos de desinfección

El proceso de desinfección se clasifica de acuerdo a su naturaleza en: física y química.

2.3.4.1. Desinfección en forma física

Es fundamental, la aplicación de calor o radiaciones y se lleva a cabo por procedimientos físicos como: ebullición, calor seco, rayos ultravioleta.

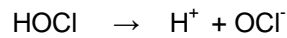
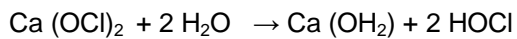
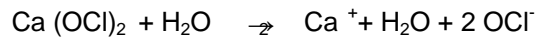
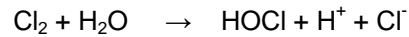
- Calor: éste puede ser transmitido por agua, aire o vapor. Las condiciones de tiempo y temperatura para la destrucción de bacterias por vapor directo a 80-85 °C por 10 minutos. El agua caliente se usa a presión para lograr la temperatura de 130 °C durante 30 minutos, el aire caliente se emplea generalmente, en equipo de laboratorio y algunas veces en desinfección de envase.
- Radiación: por medio de lámparas de rayos ultravioleta se puede emplear para tratamientos de agua, no es un método muy eficiente, por cuanto la lámpara va perdiendo acción germicida.

2.3.4.2. Desinfección en forma química

Se realiza mediante el uso de agentes desinfectantes químicos, sustancias que destruyen los microorganismos por contacto. Actualmente existe un gran número de productos químicos con carácter bactericida, los más empleados en la industria de alimentos son:

- Clorados: compuestos que liberan cloro, son los desinfectantes más útiles, entre éstos se encuentra el hipoclorito, siendo único por su actividad bactericida y además es efectivo contra microorganismos que forman esporas, cuando se agrega cloro o hipoclorito al agua, el cloro reacciona con el agua para formar ácido hipocloroso, el cual en solución neutra o ácida es un agente oxidante fuerte, y un desinfectante efectivo,

a continuación se muestra la reacción de la liberación del cloro y de la unión de éste con el agua para formar ácido hipocloroso.



La disociación del ácido hipocloroso depende del pH, que determina la eficiencia de la desinfección, la actividad del cloro es influida por la presencia de materia orgánica.

Los hipocloritos son los compuestos clorados más útiles y se encuentran disponibles en forma líquida o en polvos, como en sales de calcio, litio y sodio, se emplean en gran escala en las industrias lácteas y de alimentos, también se utilizan como agentes sanitarios en la mayor parte de los hogares, hospitales y edificios públicos.

- Yodóforos: para superar la insolubilidad en el agua, el yodo es mezclado con un surfactante que puede ser aniónico, catiónico o no-iónico, por lo cual se considera detergente desinfectante, dependiendo de la cantidad y clase de surfactante adicionado. Son efectivos en bajas concentraciones, con un amplio espectro de eliminación, penetran fácilmente en las paredes de las bacterias y son menos activos que los clorados en destrucción de esporas y bacteriófagos.

- Compuestos de amonio cuaternario: conocidos como sales de amonio, tenso activos, en los que se unen cuatro grupos orgánicos a un átomo de nitrógeno, cargado positivamente (catión) la carga negativa normalmente es cloro (anión). Un compuesto de amonio cuaternario, son activos en un amplio rango de pH siendo más efectivo en medio alcalino. A pH menor de 5 pierden efectividad, son corrosivos, tienen buenas propiedades de humectación, no se inactivan fácilmente en presencia de materia orgánica.
- Ácidos: ácido peracético ($\text{CH}_3\text{-CO-O-OH}$): este tipo de germicidas son agentes fuertemente oxidantes, consisten en la combinación con peróxido de hidrógeno (H_2O_2) y ácido peroxiacético. Tienen la ventaja de no dejar ningún residuo indeseable cuando se descompone. El ácido peroxiacético se degrada en ácido acético y el H_2O_2 simplemente se degrada en agua y moléculas de oxígeno. Esta categoría de desinfectantes son relativamente más efectivos frente a las biopelículas que los amonios cuaternarios, los productos a base de cloro y otros desinfectantes. Los productos de ácido de peróxido presentan una mejor actividad frente a las células bacterianas y algunos virus contra los hongos, aunque su actividad puede ser mejorada aumentando la concentración y tiempo de contacto. El ácido peroxiacético causa daño en la cápside de los virus, así como a su ácido nucléico. Es corrosivo para ciertos metales. Pierde su efectividad cuando es expuesto a condiciones alcalinas (pH sobre 7.5), surfactantes catiónicos o algunos metales. (Wilson, 1997). El ácido peracético es una sustancia corrosiva y comburente.

Sus características y beneficios son:

- Amplio espectro de acción.
- Producto con alta concentración de activos y óptimo costo en uso.
- Efectivo y versátil. Puede ser usado en cervecerías, lácteos, bebidas gaseosas y otras industrias procesadoras de alimentos.
- Alto poder oxidante, que ayuda en la remoción de residuos.
- Bajo impacto ambiental. Se descompone en materiales inocuos para los tratamientos de efluentes.
- Adecuado para agua blanda o dura.
- No genera espuma.
- Efectivo a bajas temperaturas de aplicación.

2.4. Programas de limpieza y desinfección

Éstos tienen como objetivo: obtener productos inocuos por medio de buenas prácticas de higiene; restablecer el funcionamiento normal y prolongar la vida útil de las instalaciones y utensilios, asegurando la calidad óptima de los alimentos frente a influencias químicas y microbianas, protegiendo la salud del consumidor.

Asimismo, busca un ambiente de preparación de alimentos limpio y seguro. Debe ser eficaz, de bajo costo, proteger el medio ambiente y garantizar la seguridad del personal manipulador.

El programa de limpieza y desinfección deberá satisfacer las necesidades particulares del proceso de producción y del producto obtenido, asimismo, deberá documentarse describiendo: los procedimientos, la frecuencia, los productos químicos requeridos (nombre comercial y principios activos), las cantidades necesarias para hacer las diluciones y cómo prepararlas; las precauciones para el manejo de los productos químicos, el responsable de la higiene y los procedimientos de verificación o monitorización de la eficacia de la limpieza y desinfección.

Para poder obtener buenos resultados con las sustancias desinfectantes, es determinante haber realizado, previamente, una buena limpieza que evite el ocultamiento de los microorganismos en los residuos de polvo o alimentos presentes en las superficies de los mesones de trabajo y en los equipos; la materia orgánica es capaz de inhibir desinfectantes.

Para lograr una buena limpieza y desinfección de las instalaciones, es necesario saber cuáles son las formas posibles de contaminación e implementar un sistema de control adecuado.

Desinfectantes químicos como el cloro, es el más utilizado y el más económico, igualmente, las sustancias que se utilicen deben rotarse para evitar el desarrollo de resistencia en los microorganismos de las diferentes áreas.

Según el *Codex Alimentarius*, el concepto de inocuidad (*Food Safety*) de los alimentos, corresponde a la garantía de que éstos no causarán daño al consumidor cuando se preparen y consuman. De acuerdo con el uso al que se le destinan, implicará la ausencia de agentes que puedan poner en riesgo la salud del consumidor.

Por otro lado, el concepto de idoneidad (*Food Suitability*), según el *Codex Alimentarius*, es la garantía de que los alimentos sean aceptados para el consumo humano, libres de descomposición, malos olores, sabores o materiales indeseables.

2.4.1. Componentes del programa de limpieza y desinfección

Los programas de limpieza y desinfección incluyen:

- Obtener la información necesaria que forman los procedimientos de producción y utilización del equipo.
- Esta información corresponderá a las características y condiciones del establecimiento, las sustancias y útiles que se emplean en estas actividades. Los aspectos que tienen relación con el establecimiento se obtienen mediante observaciones directas de todas las actividades que en éste se realizan y puedan tener relación directa o indirecta con la limpieza y la desinfección, por lo cual se considerarán las condiciones existentes en diferentes momentos de la jornada de trabajo y del día.
- Normas de limpieza que garanticen, desinfección de utensilios, instalaciones, equipos y áreas externas; con el fin de que los trabajadores conozcan lo que se debe limpiar, cómo hacerlo, la

periodicidad de la limpieza y desinfección; como los productos y materiales que se deben utilizar.

- Manual o guía de proceso de limpieza y desinfección: es una guía que se puede usar como base para estructurar las normas y procedimientos de la limpieza y desinfección dentro de la industria. Incluye serie de normas o disposiciones que forman los lineamientos del programa de limpieza y desinfección de la empresa, con el fin de mantener la planta libre de posibles focos de contaminación, prevenir condiciones que podrían ser ofensivas al consumidor y proporcionar un área de trabajo limpia, saludable y segura. El cumplimiento de estos principios asegurará la reducción en la contaminación del producto, una operación más eficiente, mayor calidad, menos accidentes y buenas relaciones del personal.

- Las normas y disposiciones que deben cumplir los trabajadores del servicio de alimentación, están las siguientes:
 - Salud del personal
 - Uso de uniformes y ropas protectoras
 - Lavado de manos
 - Hábitos de higiene personal
 - Prácticas del personal

- Capacitar al personal que participará en el programa. En esta capacitación es importante cumplir las etapas de concepción, formulación, aplicación retroalimentación. De acuerdo con las características del personal que recibirá la capacitación, las condiciones y características del establecimiento, se plantearán objetivos

que permitan adquirir conocimientos y habilidades para limpiar y desinfectar correctamente. Para impartir los mensajes y realizar la retroalimentación se debe hacer énfasis en actividades prácticas.

- Periodicidad y compromiso: el sistema de limpieza y desinfección se debe repetir regularmente a períodos de tiempo establecidos, exigiendo el cuidado necesario en seguir las instrucciones y un alto sentido de responsabilidad por parte de los operarios, con una constante supervisión por la alta gerencia, para asegurar la calidad de los productos y dar como resultado aspectos que se ven reflejados en la mejora de la productividad y rentabilidad de la empresa. Para lograr esto, se debe contar con la adquisición de un compromiso del equipo interdisciplinario, para la mejora continua de los procesos y la satisfacción de producir y brindar al consumidor un producto que cumpla con las exigencias de calidad.
- Redactar la versión definitiva del programa y presentarlo al personal que lo aplicará. De acuerdo con todos los señalamientos recibidos por el personal que tendrá relación con el programa y de las observaciones realizadas. Se realizarán los arreglos al documento final que será presentado en el establecimiento como su programa de limpieza y desinfección.
- Darle seguimiento a la aplicación del programa, mediante el cual se brindará asesoramiento para su mejor utilización, además de conocer los inconvenientes de la utilización del programa y darles solución. Se debe realizar la vigilancia desde los inicios de la aplicación, a los 3 meses posteriores con énfasis en la detección de los efectos negativos, además de valorar los aspectos positivos del programa. Es importante

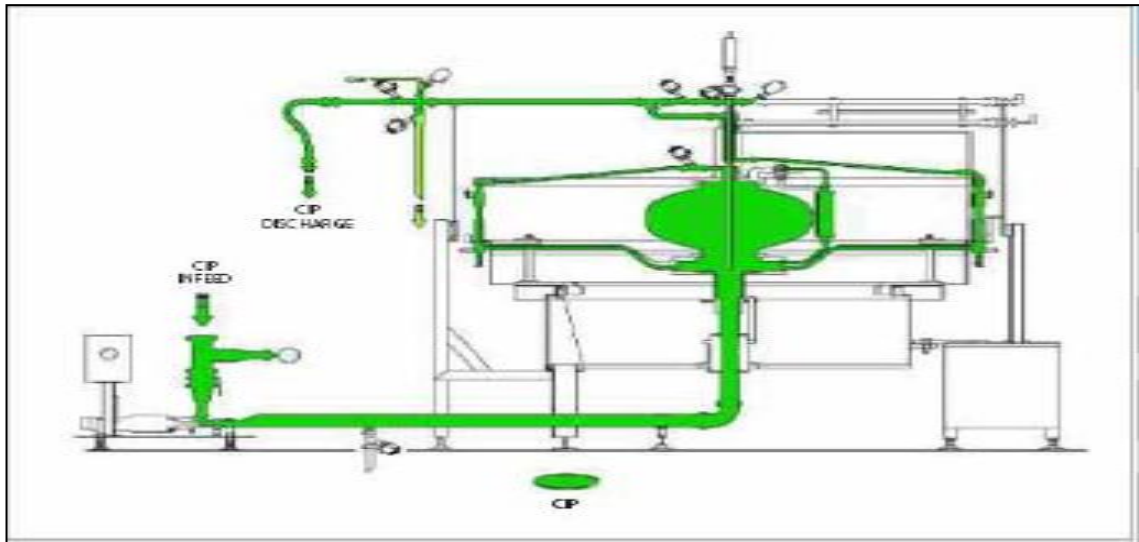
considerar que los programas de limpieza y desinfección deben ser actualizados, especialmente después de cambios o modificaciones de las condiciones existentes en los establecimientos cuando se elaboró el programa.

2.5. Factores mecánicos

La acción mecánica reduce el tiempo de contacto y facilita la remoción de la materia orgánica deposita en los equipos, es necesario considerar:

- Acción mecánica en tubería: para lograr la mejor acción mecánica en tubería, es necesario mantener un flujo turbulento en todo el largo de tubería instalada.
- Acción mecánica en tanques: los tanques de almacenamiento en las líneas de producción, deben ser susceptibles a incorporarse eficientemente en los programas de limpieza y desinfección.
- Todos los accesorios instalados deben permitir el flujo y caudal necesario, para una distribución uniforme en todo el recorrido de la solución dentro de los equipos.

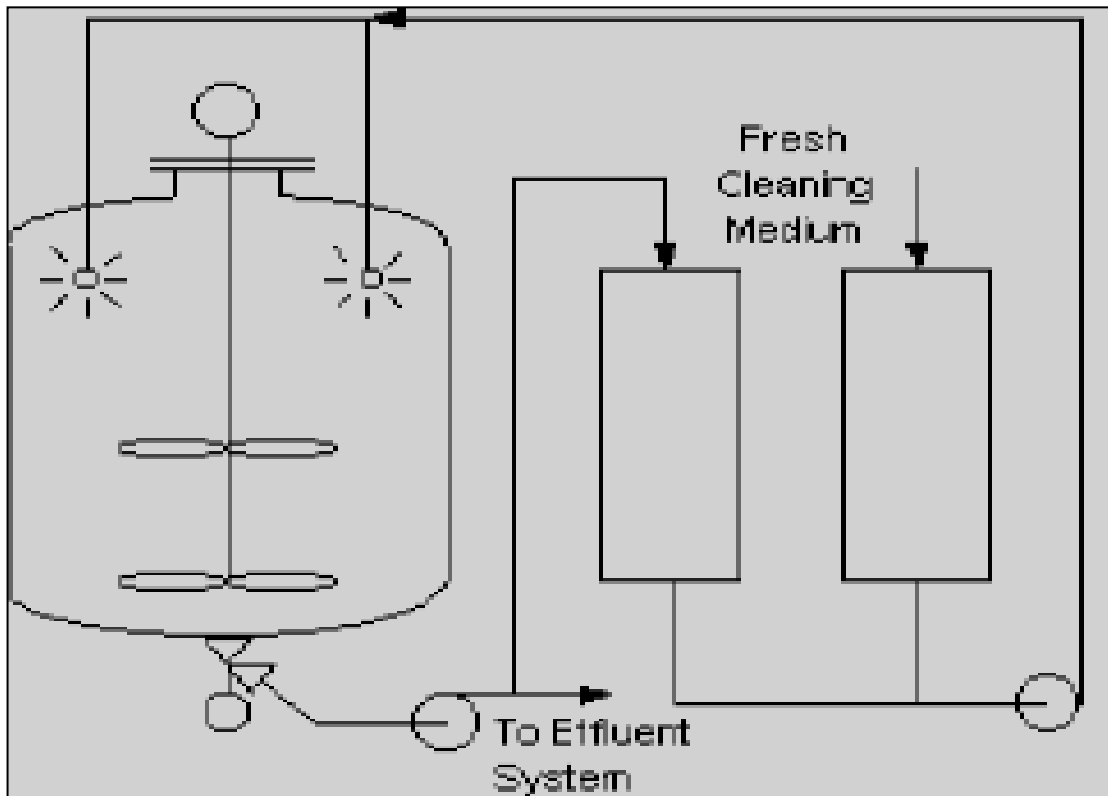
Figura 2. Diagrama básico de un sistema CIP en equipo de llenado de una línea de producción de bebidas



Fuente: MENDOZA, D. *Manual técnico de limpieza en sitio CIP*, p. 89.

- El flujo dentro de los tanques debe ser laminar a una relación de 15 litros por minuto, por metro cuadrado de superficie, generando la acción mecánica necesaria para desprender la suciedad adherida a la superficie de los tanques, utilizando el menor volumen posible.

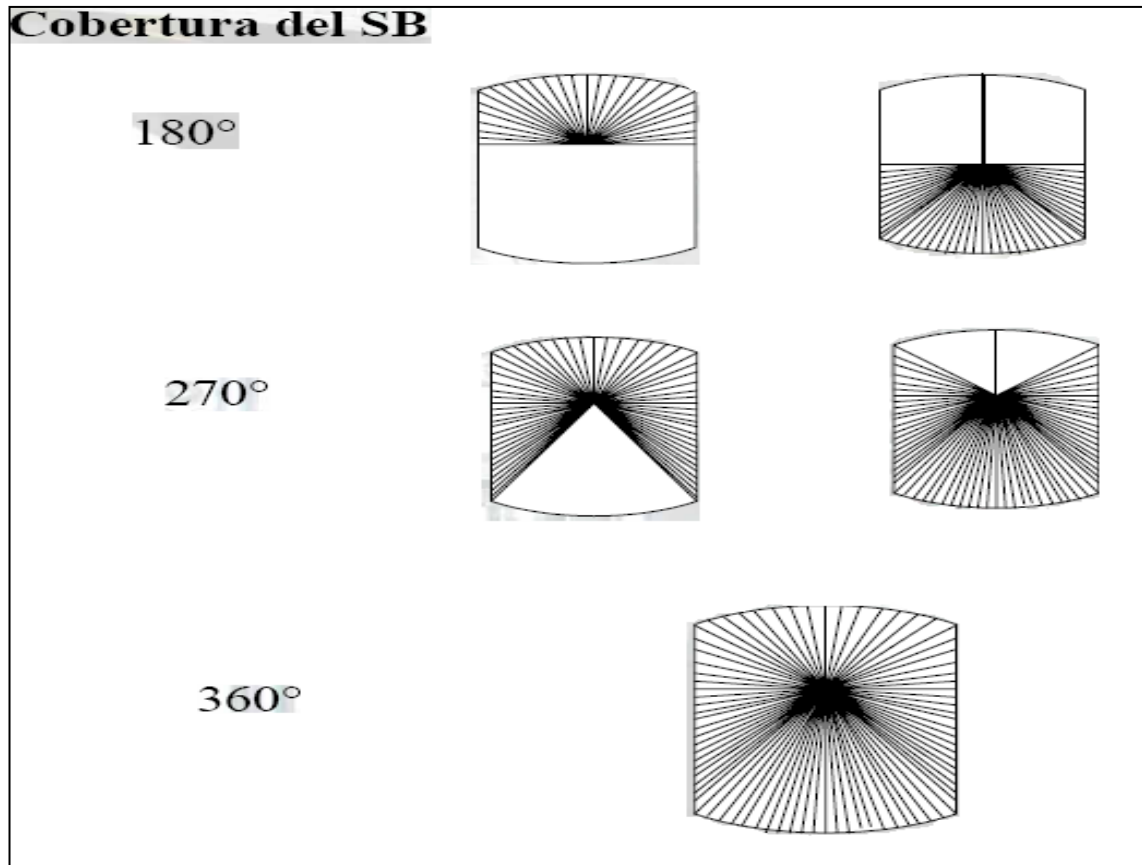
Figura 3. Colocación de válvulas rociadoras (*spray ball*) para garantizar flujo laminar



Fuente: *Manual de ingeniería y fabricación de boquillas, Spraying Systems Co. p. E 27.*

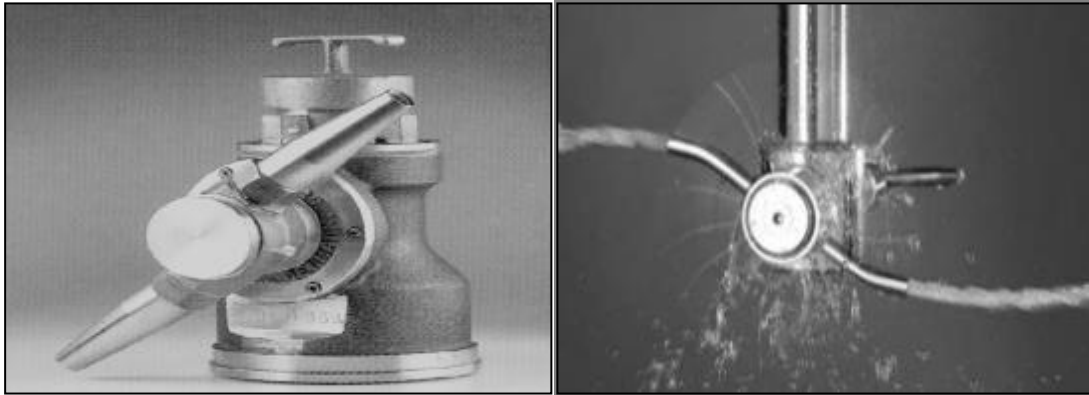
- Para lograr el flujo necesario por metro cuadrado de superficie, las boquillas rociadoras (*spray ball*), deben cumplir con el diseño del tanque (diámetro y altura) y el punto de aplicación determina los grados de distribución y presión mínima de trabajo.

Figura 4. **Angulo de aplicación de válvula rociadora (*spray ball*)**



Fuente: *Manual de ingeniería y fabricación de boquillas, Spraying Systems Co. p. 14.*

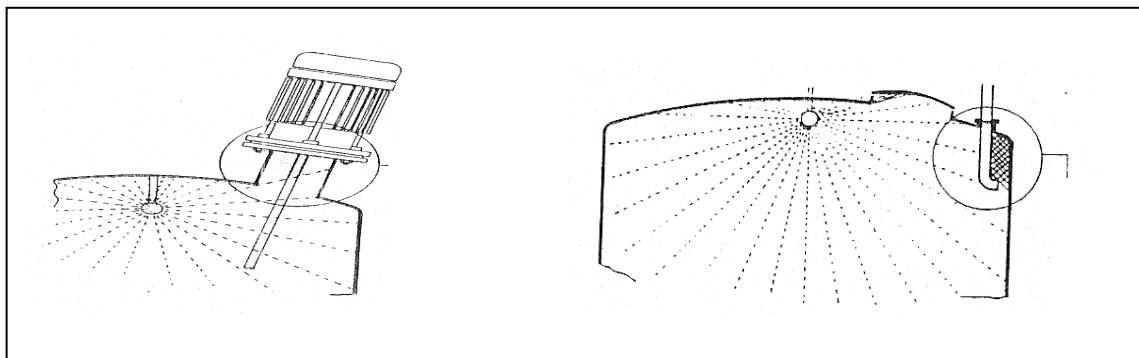
Figura 5. **Válvula rociadora, accionada por presión de flujo**



Fuente: *Manual de ingeniería y fabricación de boquillas, Spraying Systems Co, p. F 11*

- Puntos muertos: en las líneas de producción es necesario eliminar las áreas muy difíciles de limpiar (conocidas como punto muerto), pueden ser por diseño o por modificaciones realizadas para mejorar la eficiencia de la línea.

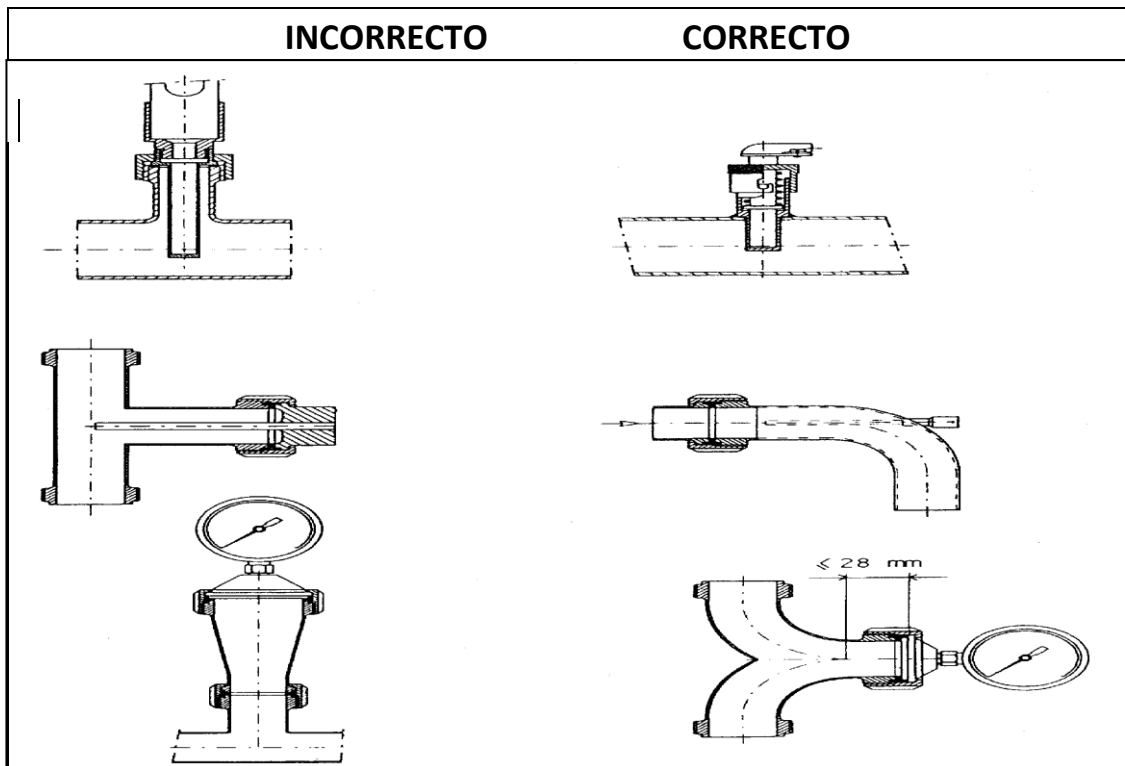
Figura 6. **Puntos muertos dentro de tanques**



Fuente: MENDOZA, D, *Manual técnico de limpieza en sitio CIP, p. 231.*

- Instalación de sensores y accesorios de control, su correcta colocación es muy importante para evitar zonas muy difíciles de limpiar, formando un punto muerto.

Figura 7. Instalación de accesorios de control



Fuente: MENDOZA, D, *Manual técnico de limpieza en sitio CIP*, p 238.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Variables

Elementos de medición que permiten establecer la eficiencia del procedimiento de limpieza y desinfección, expresados por los resultados microbiológicos en los diferentes puntos de muestreo.

Tabla I. **Variables microbiológicas**

Recuento total	< de 25 UFC/100ml	COGUANOR NGO 34 155 h2
Coliforme	0 UFC/100ml	COGUANOR MGO 34 155 h3
Moho y levadura	< de 10 UFC/100ml	COGUANOR NGO 34 155 h4

Fuente: elaboración propia.

3.1.1. Métodos de prueba

El proceso se comparó con el procedimiento que normalmente utilizaba la planta con relación a:

- Cuenta total en agua de enjuague de equipo.
- Coliformes en agua de enjuague de válvulas de llenado.
- Cuenta de levaduras en agua de enjuague de equipo y en producto final.
- % de satisfactorias de cuenta total, en agua de enjuague de equipo.
- % de satisfactorias de levaduras, en agua de enjuague de equipo y en producto final.

Para determinar la eficiencia de proceso de limpieza y desinfección de 3 pasos, se utilizaron pruebas estadísticas definidas en la hoja de cálculo, Los datos se tomaron de manera aleatoria de los registros existentes en planta y correspondientes, al menos a los últimos 20 ciclos de saneamiento realizados.

Adicionalmente se utilizaron otros aspectos para evaluar de manera integral las ventajas esperadas del nuevo producto, tales como:

- Tiempo gastado por ciclo
- Consumo de agua
- Costo del producto
- Facilidad de manejo del producto
- Efecto sobre materiales de los equipos

Los métodos de muestreo y de análisis microbiológico fueron los autorizados por la Compañía, los cuales se encuentran en los manuales específicos.

Las muestras representativas fueron analizadas por el laboratorio de control de calidad de la planta.

Se consideró por cada procedimiento de limpieza y desinfección tomar puntos de muestreo para análisis microbiológico:

- Enjuague final: uno en línea de agua, tres en equipo de mezcla o proporcionador y tres en llenadora.
- Producto terminado: dos de producto terminado de la primera vuelta.

3.1.2. Agua de enjuague

Las pruebas microbiológicas se realizaron en un número representativo de muestras del agua final de enjuague, así como del producto terminado.

Los puntos de muestreo para el caso del agua de enjuague serán 3 como mínimo, los establecidos normalmente por el programa de muestreo de la planta, Si se considera necesario, por diseño de la línea, incluir puntos adicionales, éstos se deben adjuntar a la tabla del anexo. Elaborar un diagrama donde se especifiquen los puntos de muestreo a realizar.

3.1.3. Producto terminado

Para producto terminado se evaluaron 2 muestras de la primera vuelta de la llenadora.

3.2. Universo de estudio, selección y tamaño de la muestra

La planta para poder validar un cambio a un procedimiento ya establecido, exige como mínimo 20 datos consecutivos dentro de la normativa interna de manuales de control de calidad y procedimientos.

Se evaluó por un período de 20 procedimientos consecutivos de limpieza desinfección en cambio de sabor. (Por las características de la línea y necesidades de producción se realizó uno por día).

Además de las muestras que se establecen a continuación, deben tomarse muestras de producto terminado para retención. (Por la rotación del producto en el mercado, las muestras de retención estarán en observación 30 días calendario).

3.2.1. Pruebas microbiológicas

- Evaluación de muestras de agua de enjuague final de la llenadora, equipos de mezcla y línea de agua.
- Evaluación de muestra del sistema de tratamiento de agua.
- Análisis de hongos/levaduras, cuenta total y coliformes, en el agua de enjuague final.
- Realización de análisis de hongos/levaduras en el producto terminado.

3.2.2. Prueba sensorial (apariencia, olor y sabor)

Evaluación de muestra de agua de enjuague final de la llenadora y de producto terminado de la primera ronda de llenadora, de 3 válvulas, como mínimo.

Realización de pruebas sensoriales comparativas contra agua fresca del mismo enjuague y producto normal. Las pruebas se realizarán por los analistas de calidad de turno en las líneas. En caso de existir alguna duda, serán evaluadas por catadores experimentados y entrenados del panel local.

3.2.3. Prueba residuo de agente detergente/desinfectante

Se evaluaron 3 muestras de agua de enjuague en diferentes puntos o equipos (incluidas válvulas de llenadora). Así también pruebas de residuo del producto, de acuerdo con el método establecido de trazas de producto.

3.2.4. Monitoreo de las pruebas

Con el fin de prevenir que las pruebas puedan generar producto no conforme con las especificaciones microbiológicas, o características organolépticas, se estableció el siguiente criterio para decidir la toma de acciones correctivas apropiadas con el riesgo identificado.

3.2.4.1. Sistema semáforo

- Verde: no se requiere ninguna acción.
- Amarillo: se deben tomar acciones correctivas, en común acuerdo con el proveedor para corregir la tendencia. Estas medidas podrían ser, por ejemplo: incremento de la concentración, incremento del tiempo de contacto, entre otras.
- Rojo: se debe discontinuar la prueba y hacer una limpieza y saneamiento de 5 pasos con el sistema en uso.

Tabla II. **Resultado muestra individual**

	Hongos y levaduras	Cuenta total	Coliformes	
COLOR	UFC/100ml	UFC/ml	UFC/100 ml	Sabor, olor
Verde	0 ≤ 5	0 ≤ 10	0	Estándar
Amarillo	6 ≤ 9	11 ≤ 24	0	Estándar
Rojo	>9	>24	0	Estándar

Fuente: COGUANOR NGO, 34 155 h2, h3 y h4.

3.2.5. Registro de tiempos de lavado

Cada ciclo se controló en cuanto al tiempo real y efectivo de duración y registro, cualquier eventualidad que alteró el tiempo efectivo, como también fallas de energía eléctrica o cualquier otro factor que pudo interferir en la continuidad del proceso.

Tiempo de ciclo: es el período que va desde que se inició la preparación de conexiones, hasta finalizar el enjuague final y dejar la línea para iniciar producción.

3.3. Recurso humano y físico

- Capacitación: para el personal de la línea de producción, encargado del programa de limpieza y desinfección.

Previo al inicio del estudio de campo, se realizó una capacitación, al personal involucrado en el desarrollo del procedimiento, acerca del producto (características, mecanismo de trabajo, manejo, riesgos), técnicas de análisis de concentración del producto, de residual y pruebas de recepción.

- Supervisor de producción
- Supervisor de control de calidad
- Operador de líneas de producción
- Laboratoristas

3.3.1. Capacitación al personal

De acuerdo a las características de la línea de producción y condiciones del equipo:

- Descripción del procedimiento a utilizar.
- Procedimiento para determinar concentración de uso, expresada en % peso/peso, como producto.
- Procedimiento para determinar trazas de producto en enjuague final.
- Elaboración de formato de control, verificando el cumplimiento de las variables importantes en el proceso de limpieza y desinfección
 - % de uso
 - Tiempo de recirculación
 - Tiempo de contacto
 - Tiempo de enjuague

3.3.2. Capacitación en el uso del equipo a utilizar

Equipo instalado en planta para realizar las pruebas de microbiología en la línea de producción, sujeta a estudio técnico, el cual está compuesto de:

- Tanque de preparación de soluciones químicas
- Carbonatador
- Deaerador
- Equipo de mezcla (jarabe, agua, producto terminado)
- Llenadora

3.4. Recursos físicos disponibles

Elementos presentes en la línea de producción, que afectan el procedimiento de limpieza y desinfección en un proceso de cambio de sabor.

3.4.1. Equipo instalado en la línea de producción, que comprende:

- Llenadora
- Equipo de mezcla
- Deaerador
- Carbonatador
- Tanque de producto terminado
- Tubería de conexiones entre equipos

3.4.2. Equipo auxiliar para el procedimiento de limpieza

El equipo de limpieza en sitio (*CIP*) que comprende:

- Tanque de preparación de soluciones
- Bomba para inyectar la soluciones a la línea de producción
- Bomba de retorno de la línea de producción a tanque de solución
- Tuberías y conexiones

3.4.3. Producto químico

- Detergente alcalino clorado, diseñado para limpieza interna de líneas de producción.
- Espuma alcalina clorada, diseñada para limpieza externa de superficies

3.4.4. Reactivos para análisis de concentración del producto químico utilizado

- Indicador fenolftaleína
- Ácido clorhídrico 0.5 N

3.5. Procedimiento para recolección de datos

- Los métodos de titulación utilizados en el manejo de las soluciones en los productos de limpieza y desinfección, de la línea de producción son:
 - Determinación de % p/p como ingrediente activo
 - Determinación de trazas, efecto residual de producto

- Los reportes o formatos de control fueron ejecutados por el operador de equipo y validados por el supervisor de línea y supervisor de control de calidad. Los formatos de control, permitieron garantizar la repetitividad de los procedimientos, manteniendo constante % de uso del producto químico, tiempo de contacto, volumen de agua utilizada, kg de producto agregado, volumen de solución recuperada.
- La interpretación de los resultados fueron manejados por Gerencia de Control de Calidad y Gerencia de Producción, Los resultados microbiológicos de las aguas de enjuague son un reflejo de la eficiencia del procedimiento realizado en la línea de producción.

3.6. Recolección y ordenamiento de la información

Los registros de los resultados microbiológicos fueron utilizados en la validación del procedimiento de limpieza y desinfección elaboradas por control de calidad, (apéndice D).

El registro de los resultados de limpieza y desinfección fueron elaborados por supervisor de producción, (apéndice E).

3.7. Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información

Registro de control (apéndice D y E), indican los resultados microbiológicos obtenidos en cada proceso de limpieza y desinfección; como también las condiciones de operación de los equipos en cada paso del programa.

3.8. Análisis estadístico

De acuerdo a la Norma COGUANOR:

- Hongos y levaduras, Norma 34 -155- h4 debe ser menor de 10 UFC/100ml.
- Recuento total, Norma 34 – 155 – h2 debe ser menor de 25 UFC/100ml.
- Coniformes, Norma 34 – 155 – h3, debe ser cero.

Con base en la Norma COGUANOR, el procedimiento aplica sí sólo, si el 100%, de los resultados cumple con la normativa.

3.9. Plan de análisis de los resultados

Con el cumplimiento del 100% de la Norma COGUANOR, el procedimiento de limpieza y desinfección en 3 pasos, es aceptado para sustituir el procedimiento de 5 pasos.

3.9.1. Determinación de costo

- Agua tratada: por medio de un medidor de flujo, se determinará el agua necesaria consumida en cada paso, de acuerdo al grosor de tubería, velocidad del flujo y tiempo.

- Agua tratada utilizada en procedimiento de 5 pasos:
 - ^ En enjuague inicial
 - ^ Solución del detergente
 - ^ Enjuague del detergente
 - ^ Solución del desinfectante
 - ^ Enjuague final

- Agua tratada utilizada en procedimiento 3 pasos:
 - ^ En enjuague inicial
 - ^ Solución del detergente/desinfectante
 - ^ Enjuague final

- Productos químicos utilizados en la limpieza y desinfección
 - Determinar la cantidad del detergente consumido:
 - ^ Pérdida de % en la solución utilizada
 - ^ Pérdida del volumen de solución utilizada

 - Determinar la cantidad del desinfectante que se dejará de utilizar en el procedimiento de 3 pasos.

- Tiempo útil disponible de línea para producción.
 - Por medio de métodos fisicoquímicos, se determinó el tiempo necesario óptimo en cada paso. Los análisis ayudaron a establecer el tiempo necesario en cada paso del procedimiento.
 - Se comparó el tiempo utilizado en procedimiento 5 pasos y el tiempo utilizado en el procedimiento de 3 pasos. Estableciendo una reducción del tiempo utilizado en el programa de limpieza y desinfección de la línea de producción.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Tabla III. Resultados microbiológicos experimentales mohos y levaduras

Equipo evaluado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Lámpara UV	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tazón de jarabe	0	0	4	3	3	4	0	0	0	4	0	0	0	3	5	0	0	4	4	4
Tazón de agua	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tazón de jarabe preparado	0	0	3	2	2	9	0	2	2	2	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0
Válvula llenadora	0	0	2	0	3	9	0	4	3	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Válvula llenadora	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Válvula llenadora	0	0	0	1	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Producto terminado	2	0	0	0	0	6	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Producto terminado	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	2	0	0	4	0	0

Fuente: elaboración propia.

Norma COGUANOR NGO 34 155 h4, indica que debe ser menor de 10 UFC/100ml de moho y levadura, en cada uno de los puntos evaluados.

Tabla IV. Resultados microbiológicos experimentales de coliforme

Equipo evaluado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Lámpara UV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tazón de agua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia.

Norma COGUANOR NGO 34 155 h2, indica que debe ser 0 UFC/100ml de coliforme, en cada uno de los puntos evaluados.

Tabla V. **Resultados microbiológicos experimentales de recuento total**

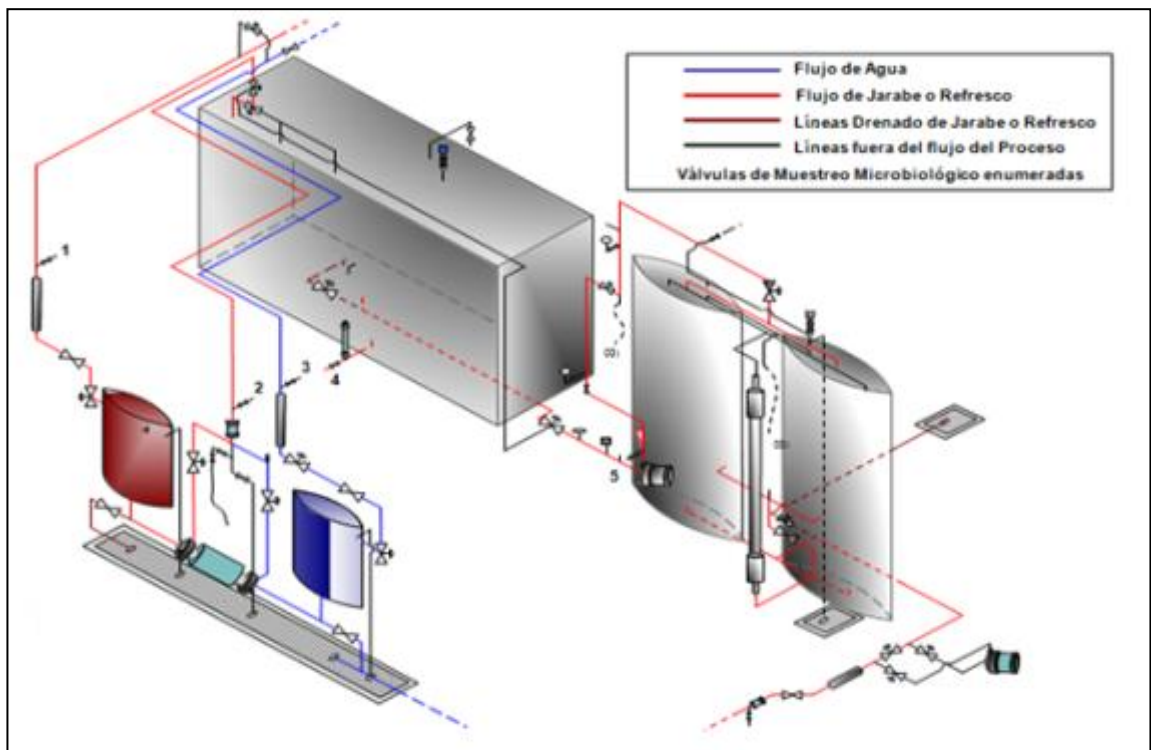
Equipo evaluado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Lámpara UV	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tazón de jarabe	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tazón de agua	0	5	4	6	9	28	15	12	18	8	8	11	13	6	13	19	6	5	9	12
Tazón de jarabe preparado	0	6	3	5	5	10	7	7	6	8	8	9	7	9	7	5	9	9	6	11
Válvula llenadora	0	5	4	5	7	28	6	6	5	7	7	8	6	8	6	6	6	8	4	9
Válvula llenadora	0	6	3	4	4	17	6	7	6	7	7	7	7	8	7	5	7	7	3	8
Válvula llenadora	0	6	6	6	5	11	5	7	6	6	6	9	6	5	7	5	6	8	5	8
Producto Terminado	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Producto Terminado	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia.

Norma COGUANOR NGO 34 155 h3, indica que debe ser menor de 25 UFC/100ml recuento total, en cada uno de los puntos evaluados.

Por medio de la encuesta (anexo 6) y el levantamiento de datos (anexo 5), permitió conocerse las condiciones físicas y operativas de la línea de producción y el equipo utilizado en el procedimiento de limpieza y desinfección en un cambio de sabor en la línea de embotellado.

Figura 8: **Flujo del proceso de embotellado**



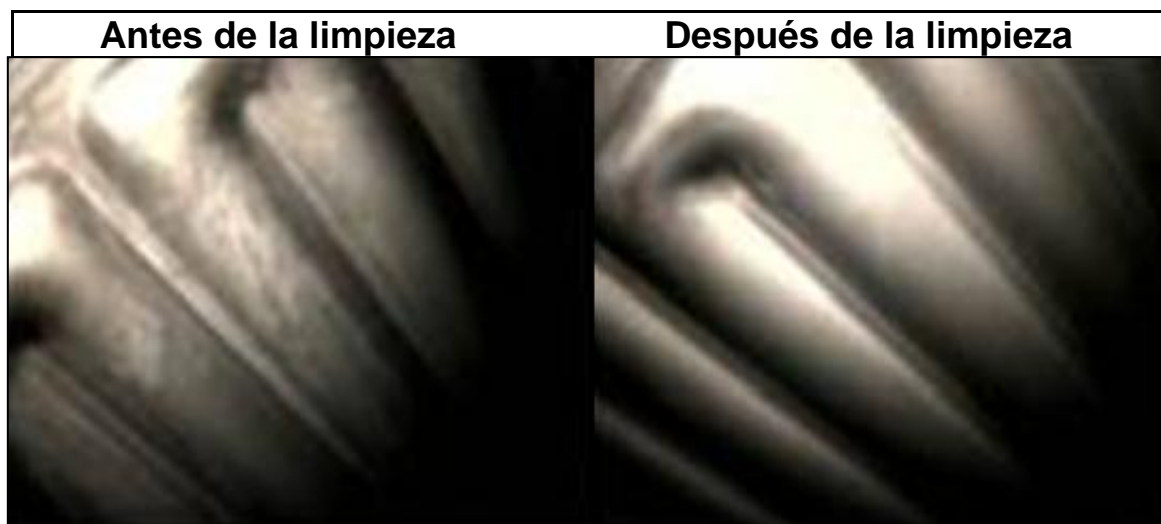
Fuente: DEGE, Nicholas, Senior, Dorothy, A.G. *Technology Bottled Water*, p.187.

La instalación de equipos auxiliares y tubería en la línea de producción, permite que el procedimiento de limpieza y desinfección se realice con eficiencia.

Los toma de muestras para análisis microbiológico, son sanitarios y colocados adecuadamente, evitan contaminación cruzada por efectos ambientales de la línea.

La inspección física de equipos: por medio de un videoscopio, se realizó una evaluación interna a las partes principales en los equipos de la línea de producción.

Figura 9. **Deareador internamente**



Fuente: elaboración propia, con imágenes del equipo deareador instalado en línea de producción.

Encontrándose una ligera incrustación de carbonatos, provocada por malos enjuagues, dejando residuos de detergente alcalino.

Se recomendó un procedimiento correctivo, inicialmente con una limpieza extraordinaria de 7 pasos, para garantizar la eliminación de residuos alcalinos depositados internamente en los equipos. Procedimiento que se realizó únicamente al inicio de la evaluación, para eliminar la formación de microorganismos dentro de las incrustaciones. De acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla VI. **Procedimiento correctivo de 7 pasos**

Paso	Etapa	Producto	Concentración	Tiempo
1	Enjuague inicial	Agua	NA	15 min
2	Limpieza alcalina	Detergente alcalino	2.00%	30 min
3	Enjuague	Agua	NA	Hasta eliminar producto
4	Limpieza ácida	Ácido fosfórico	3.00%	30 min
5	Enjuague	Agua	NA	Hasta eliminar producto
6	Desinfección	Ácido peracético	0.50%	30 min
7	Enjuague final	Agua	NA	Hasta eliminar producto

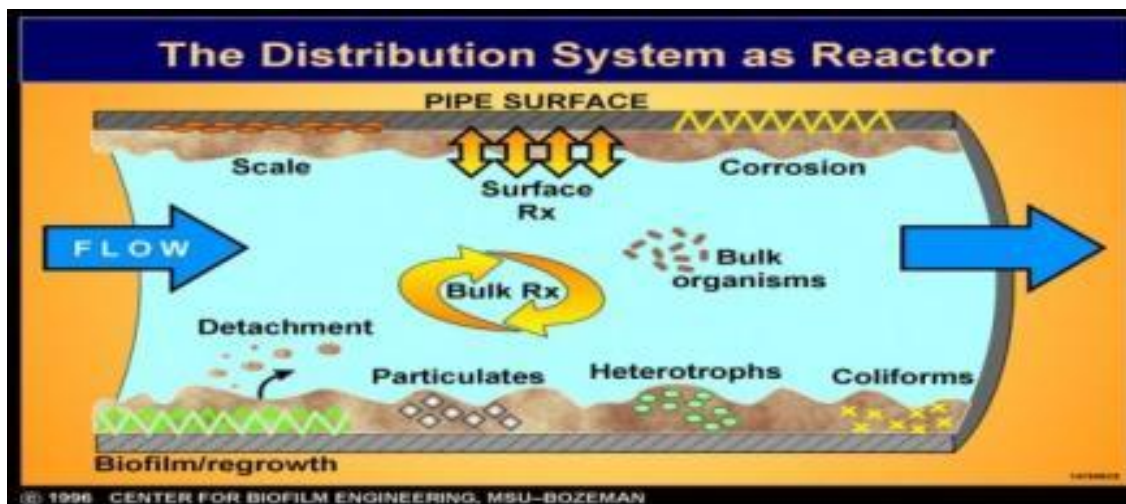
Fuente: elaboración propia.

Medición de flujo y caudal: el equipo *CIP* cuenta con pendiente positiva, permitiendo que el flujo de la solución circule adecuadamente y evitando acumulación de solución en tramos de tubería.

El flujo y velocidad de la solución utilizada en tuberías y equipos instalados, evita la acumulación de materia orgánica en superficies.

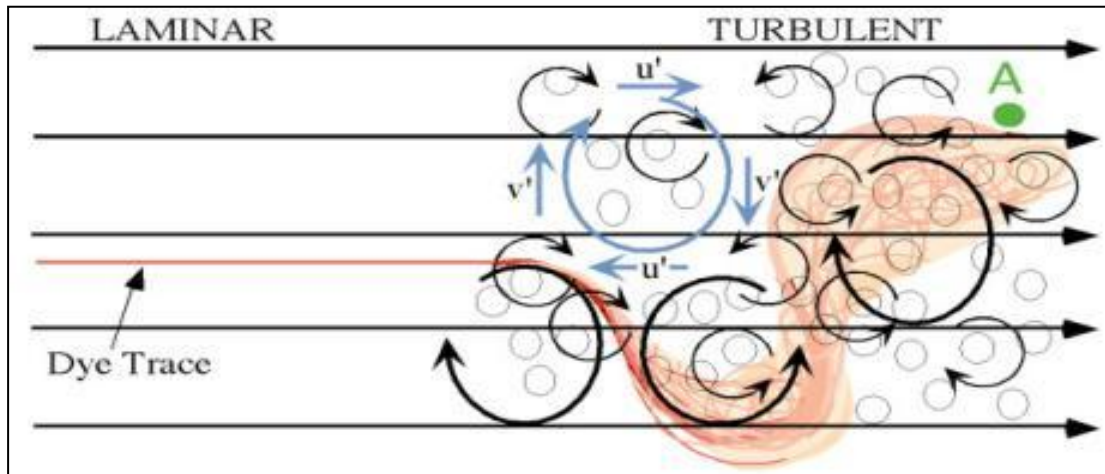
Por medio del flujo turbulento, se genera una mayor fricción en la superficie de las tuberías, optimizando la eficiencia del proceso de limpieza y desinfección.

Figura 10. **Flujo en tubería**



Fuente: DEGE, Nicholas, Senior, Dorothy, A.G. *Technology Bottled Water*, p. 93.

Figura 11. **Acción flujo turbulento**



Fuente: DEGE, Nicholas, Senior, Dorothy, A.G. *Technology Bottled Water*, p. 93.

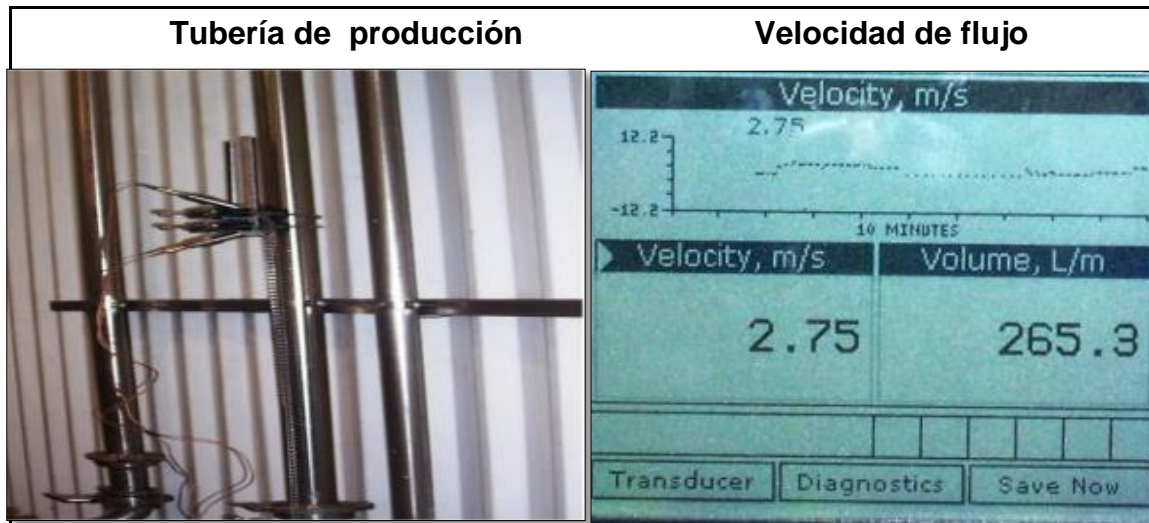
Utilizando un medidor de superficie se determinó el flujo en tubería, del equipo *CIP* a línea de producción, para determinar velocidad y caudal necesario de la solución detergente, que garantice una eficiencia limpieza en el proceso.

Tabla VII. **Medición de flujo en tubería de línea de producción**

Tubería del equipo a línea	Requerido	Medido
Diámetro	2"	2"
Flujo (gpm)	43	70
Velocidad (pie/s)	5	9

Fuente: elaboración propia.

Figura 12. **Evaluando la tubería del equipo a línea de producción**



Fuente: elaboración propia, fotografía tomada de la tubería de CIP a línea de producción, con medidor superficial de flujo en tubería.

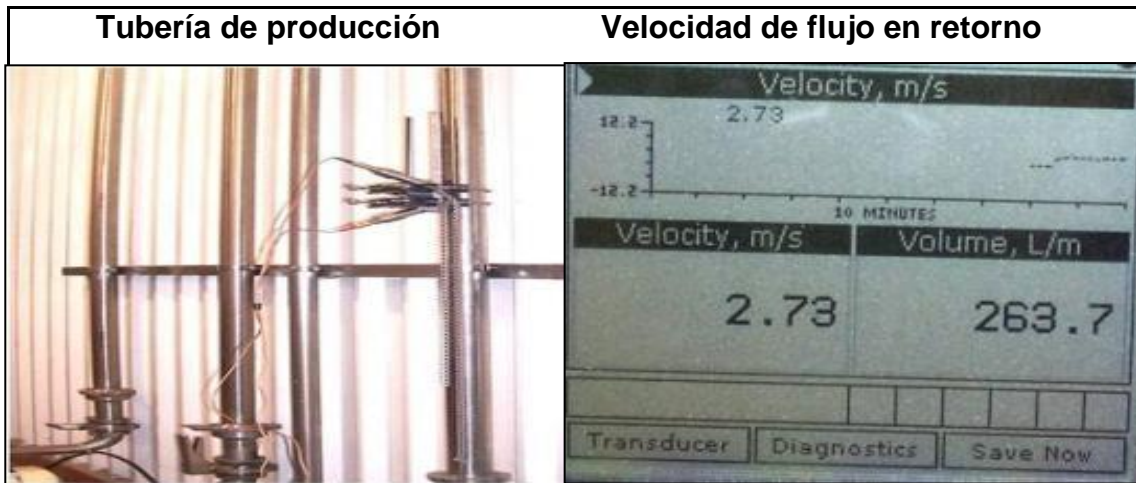
Utilizando un medidor de superficie se determinó el flujo en tubería de retorno de la línea de producción al equipo CIP, para determinar velocidad y caudal necesario, que garantice una eficiencia limpieza en el proceso.

Tabla VIII. **Medición de flujo en tubería de línea de producción**

Tubería de línea a equipo	Requerido	Medido
Diámetro	2"	2,0"
Flujo (gpm)	43	70,5
Velocidad (ft/s)	5	9,28

Fuente: elaboración propia.

Figura 13 Flujo de retorno al equipo CIP



Fuente: elaboración propia, fotografía tomada de la tubería de la línea de producción al equipo CIP, con medidor superficial de flujo en tubería.

Se realizó un estudio del tiempo utilizado en el procedimiento de 5 pasos, para determinar el tiempo utilizado en cada paso del proceso de limpieza y desinfección de la línea y equipo de embotellado.

En la evaluación de procedimiento en 5 pasos, tiene una duración de 115 minutos, utilizando un detergente alcalino y un desinfectante a base de ácido peracético.

Tabla IX. **Procedimiento limpieza y desinfección 5 pasos**

Paso	Etapa	Producto	% de uso	Temperatura	Tiempo
1	Enjuague Inicial	Agua	NA	Ambiente	20 min
2	Limpieza alcalina	Detergente alcalino	2.00%	Ambiente	30 min
3	Enjuague	Agua	NA	Ambiente	20 min
4	Desinfección	Ácido peracético	0.50%	Ambiente	30 min
5	Enjuague	Agua	NA	Ambiente	15 min
Tiempo total					115 min

Fuente: elaboración propia.

Evaluación de consumo de soluciones en cada etapa de limpieza, en el proceso de 5 pasos.

- Enjuague inicial para eliminar restos de bebida en línea y equipos de producción: tiempo de 20 minutos con un flujo de 265 litros/minuto. Es necesario utilizar 5 300 litros de agua para realizar el primer enjuague. Del agua recuperada en el enjuague alcalino del *CIP* anterior, se reutilizaron 3 000 litros de agua, se utilizaron 2 300 litros de agua fresca.
- Detergente alcalino: el tanque de almacenamiento de la solución alcalina, tiene una capacidad de 3.000 litros. Con una pérdida del 20% de la solución al terminar el tiempo de aplicación. Concentración de uso utilizada en el detergente alcalino 2.0%. El consumo de 12 kilos de

producto alcalino, en cada limpieza. Es necesario reponer 600 litros de agua tratada.

- Enjuague del detergente alcalino: se emplearon 20 minutos con un flujo de 265 litros/minuto, utilizando 5 300 litros de agua. Recuperando 3 000 litros de agua, para la siguiente limpieza. Consumo total 5 300 litros de agua fresca.
- Desinfectante: el tanque de almacenamiento de la solución desinfectante, tiene una capacidad de 3 000 litros. Con una pérdida del 25% de la solución al terminar el tiempo de aplicación. La concentración de uso utilizada en el desinfectante es de 0.5%. El consumo de 3,75 kilos de desinfectante, en cada desinfección. Es necesario reponer 750 litros de agua tratada.
- Enjuague del desinfectante: Se emplearon 15 minutos con un flujo de 265 litros/minuto, utilizando 3 975 litros de agua.

Tabla X. **Costo de productos químicos en limpieza 5 pasos**

Producto	Kilos/limpieza	Q/kg	Q/limpieza
Detergente alcalino	12,00	20,50	246,00
Desinfectante	3,75	30,00	112,50
Costo total			358,50

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. Costo por consumo de agua tratada en limpieza 5 pasos

Paso	m³/limpieza	Q/m³	Q/limpieza
Primer enjuague	2,300	8,5	19,55
Detergente alcalino	0,600	8,5	5,10
Segundo enjuague	5,300	8,5	45,05
Desinfectante	0,750	8,5	6,38
Ultimo enjuague	3,975	8,5	33,79
Costo total			109,87

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. Costo por energía eléctrica en limpieza 5 pasos

Área	Consumo	Costo energético		
		kW	Q/kW	H
Salida equipo	7,56	1,128	8,53	16,37
Carbonatador	7,56	1,128	8,53	16,37
Deareador	11,34	1,128	12,79	24,56
Agua tratada equipo	3,78	1,128	4,26	8,19
Retorno equipo	7,56	1,128	8,53	16,37
Agua tratada en línea	7,56	1,128	8,53	16,37
Total	45,36	6,768	51,17	98,24

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Costo total en limpieza de 5 pasos**

	Q/limpieza	limpieza/mes	Q/mes
Químicos	358,50	26	9 321,00
Agua	109,87	26	2 856,62
Energía	98,24	26	2 554,24
Costo total por mes			14 731,86

Fuente: elaboración propia.

Implementación en el uso del detergente alcalino clorado: se modificó el procedimiento para el primer enjuague, logrando la eliminación total de la bebida dentro de los equipos, por medio de habilitar la purga superior en cada equipo, desalojando en menor tiempo el 100% de CO₂.

El CO₂ presente en los equipos, provoca en el agua tratada un pH = 5, aumentando el tiempo necesario para obtener un pH = 7 o 7.5

Este procedimiento logró reducir el tiempo de enjuague inicial de 20 a 15 minutos, con un flujo de 265 litros/minuto y utilizando los 3 000 litros recuperados del enjuague alcalino de la anterior limpieza, el consumo de agua es 975 litros.

Utilización del detergente alcalino clorado: se modificó el procedimiento, en la evacuación de agua, en los diferentes equipos de la línea de producción, evitando una caída de concentración por dilución.

Hubo reducción en la pérdida de solución de un 10% con relación a la solución inicial (2.50% se redujo a 2.25%) Se mantuvo los 30 minutos de aplicación y recirculación.

Se redujo el tiempo utilizado en el enjuague del detergente alcalino clorado de 15 a 10 minutos estableciendo 2 minutos adicionales por seguridad, para garantizar la eliminación total de productos químicos en la línea de llenado.

Tabla XIV. **Procedimiento limpie en 3 pasos**

Paso	Etapas	Producto	% de uso	Temperatura	Tiempo
1	Enjuague	Agua	NA	Ambiente	15 min
2	Limpieza alcalina	Detergente alcalino	2,50%	Ambiente	30 min
3	Enjuague	Agua	NA	Ambiente	12 min

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Costo de productos químicos en limpieza de 3 pasos**

Producto	Kg	Q/kg	Q/limpieza
Detergente alcalino clorado	7,5	23	172,50
Costo total			172,50

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Costo de agua tratada en limpieza de 3 pasos**

Paso	m³	Q/m³	Q/limpieza
Primer enjuague	0,975	8,5	8,29
Detergente alcalino clorado	0,300	8,5	2,55
Segundo enjuague	3,180	8,5	27,03
Costo total			37,87

Fuente: elaboración propia.

El tiempo utilizado en el procedimiento de limpieza y desinfección de 3 pasos es de 0,95 horas.

Tabla XVII. **Costo por energía eléctrica en limpieza 3 pasos**

Área	Consumo	Costo energético		
		kW	Q/kW	H
Salida equipo	7,56	1,128	8,53	8,10
Carbonatador	7,56	1,128	8,53	8,10
Deareador	11,34	1,128	12,79	12,15
Agua tratada equipo	3,78	1,128	4,26	4,05
Retorno equipo	7,56	1,128	8,53	8,10
Agua tratada línea	7,56	1,128	8,53	8,10
Total	45,36	6,768	51,17	48,61

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Costo total limpieza 3 pasos**

	Q/limpieza	limpieza/mes	Q/mes
QUÍMICOS	172,70	26	4 485,00
AGUA	37,87	26	984,62
ENERGÍA	48,61	26	1 263,86
TOTAL Q/MES			6 733,48

Fuente: elaboración propia.

4.1. Análisis de resultados

El procedimiento de limpieza y desinfección en 3 pasos, cumple con la normativa de mantener bajo control los parámetros microbiológicos.

- Parámetros evaluados
 - Mesofilos aerobios (recuento total), ver figura 14 y 15

Parámetro influenciado por la calidad de agua, en el sistema de tratamiento de agua tratada (dealcalinización, filtración y potabilización), como garantía se tiene colocado una lámpara UV.

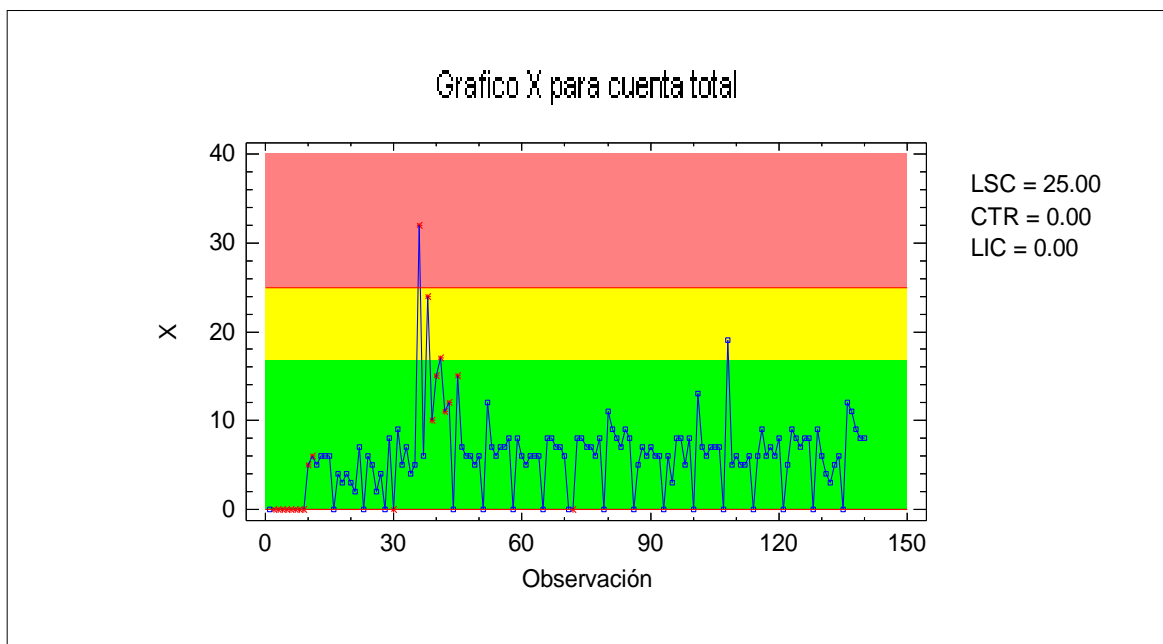
Cada fin de semana, el sistema de tratamiento de agua, es retro lavado para evacuar los sólidos retenidos.

Los días lunes, se observó un crecimiento adicional de mesofilos aerobios, por manipulación de válvulas y accesorios.

El límite máximo permitido es 25 UFC/100ml (unidades formadoras de colonia por cada 100 ml), COGUANOR NGO 34 155 h2.

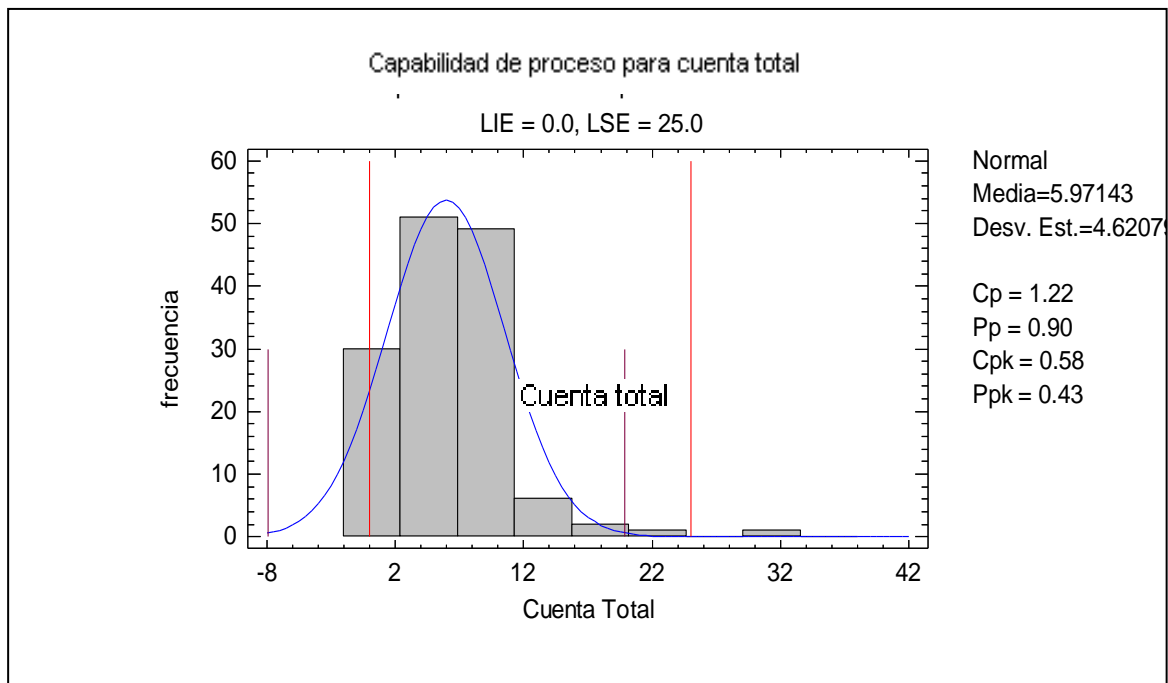
Se obtuvo una muestra de 140 evaluadas, ligeramente superior al límite permitido en la salida de lámpara UV, no teniendo incidencia en el resultado de análisis realizados a los equipos. En la figura 14, se observan los resultados positivos obtenidos.

Figura 14. **Resultados de recuento total en enjuague final**



Fuente: elaboración propia, con datos experimentales de tabla V.

Figura 15. Evaluación estadística de recuento total en enjuague final



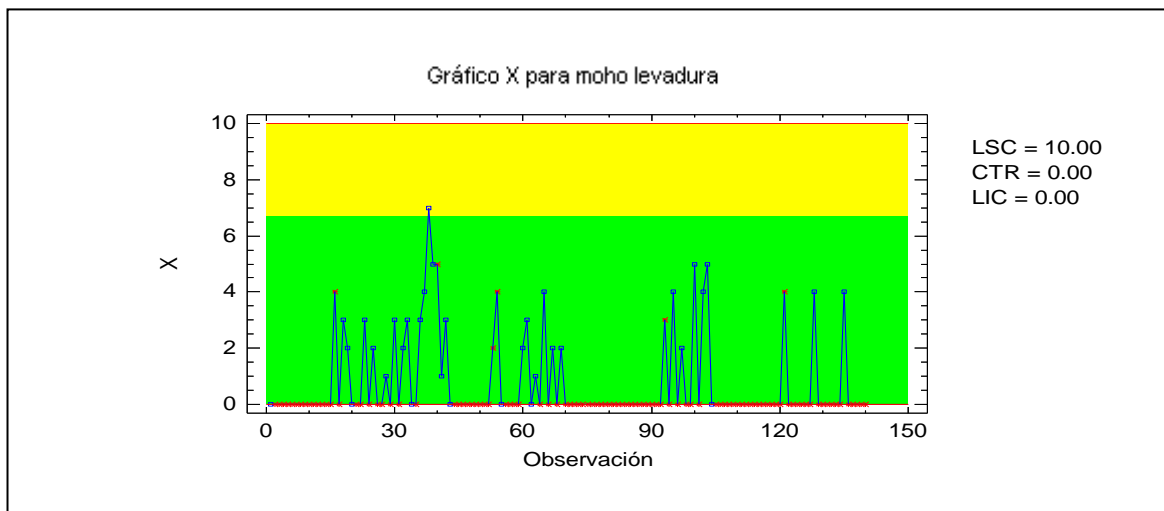
Fuente: elaboración propia, con datos experimentales de tabla V.

En la figura 14, se observa una eficiencia de 100% en las muestras evaluadas al equipo sometido al procedimiento de limpieza y desinfección en 3 pasos a temperatura ambiente. Se demostró el buen desempeño del procedimiento evaluado.

El valor ideal es 0 UFC/100ml. Se obtuvo la media = 5,97 UFC/100ml y desviación estándar de 4,62 UFC/100ml. Manteniendo el parámetro bajo control y muy cerca del ideal esperado.

En las figuras 16 y 17 se observa el comportamiento de moho y levadura, en enjuague final. Parámetro influenciado por la cantidad de nutrientes de los alimentos, humedad y carbohidratos, favorecen al crecimiento de moho y levadura, condiciones presentes en una línea de producción de alimentos. Las buenas prácticas de manufactura, permiten realizar los procedimientos de limpieza interna y externa en los equipos de producción.

Figura 16 **Moho y levadura en enjuague final**

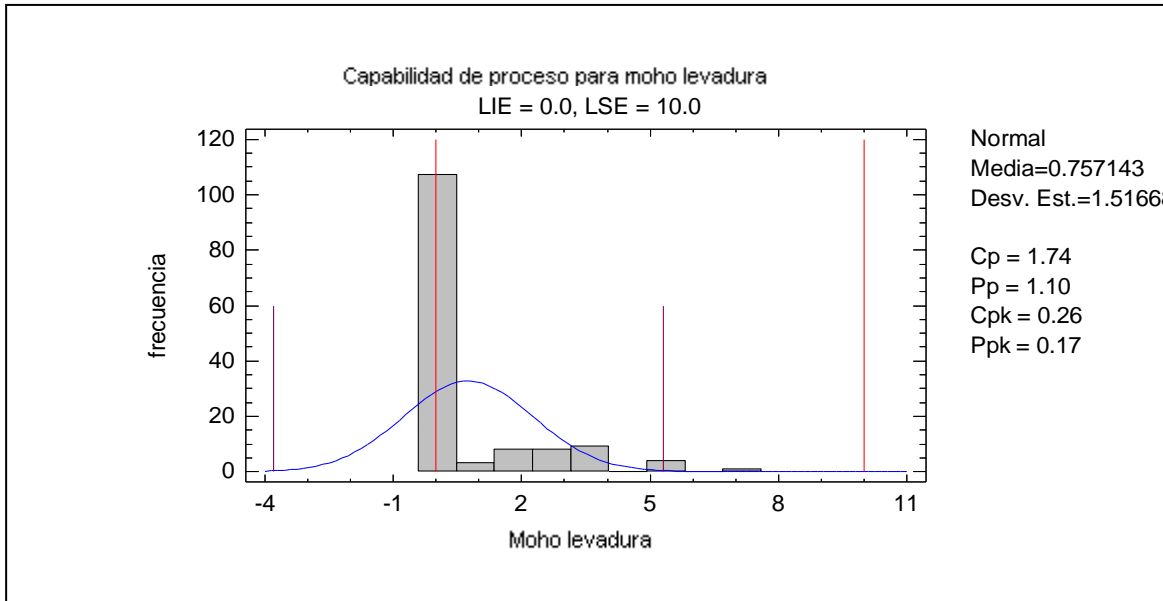


Fuente: elaboración propia, con datos experimentales de tabla III.

Se obtuvo una eficiencia de 100% en las muestras evaluadas al equipo sometido al procedimiento de limpieza y desinfección en 3 pasos a temperatura ambiente. Demostrándose el buen desempeño del procedimiento evaluado.

El límite máximo permitido es 10 UFC/100ml (unidades formadoras de colonia por cada 100 ml), COGUANOR NGO 34 155 h4.

Figuras 17. Evaluación estadística de moho y levadura en enjuague final



Fuente: elaboración propia, con datos experimentales de tabla III.

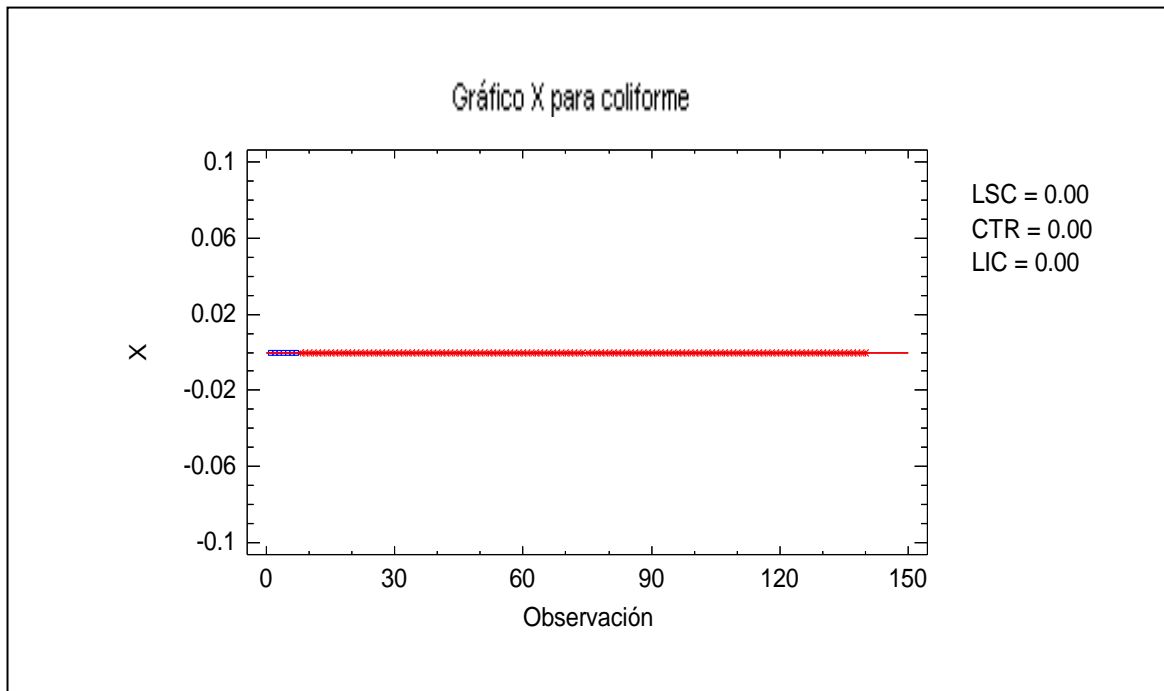
Obteniéndose una eficiencia de 100% en las muestras evaluadas al equipo sometido al procedimiento de limpieza y desinfección en 3 pasos a temperatura ambiente.

Se demostró el buen desempeño del procedimiento evaluado. El valor ideal es 0 UFC/100ml. Se obtuvo la media = 0,757 UFC/100ml y desviación estándar de 1,516. UFC/100ml. Manteniendo el parámetro totalmente bajo control y muy cerca del ideal esperado.

Coliformes ver figura 18, parámetro influenciado por la manipulación y utilización de los equipos, buenos hábitos de limpieza de manos, buena utilización de equipos auxiliares de limpieza, mejor limpieza exterior de equipos

y excelente limpieza de áreas cercanas a la línea de producción. Permitiendo tener eliminado el riesgo de una contaminación.

Figura 18. **Coliformes en enjuague final**



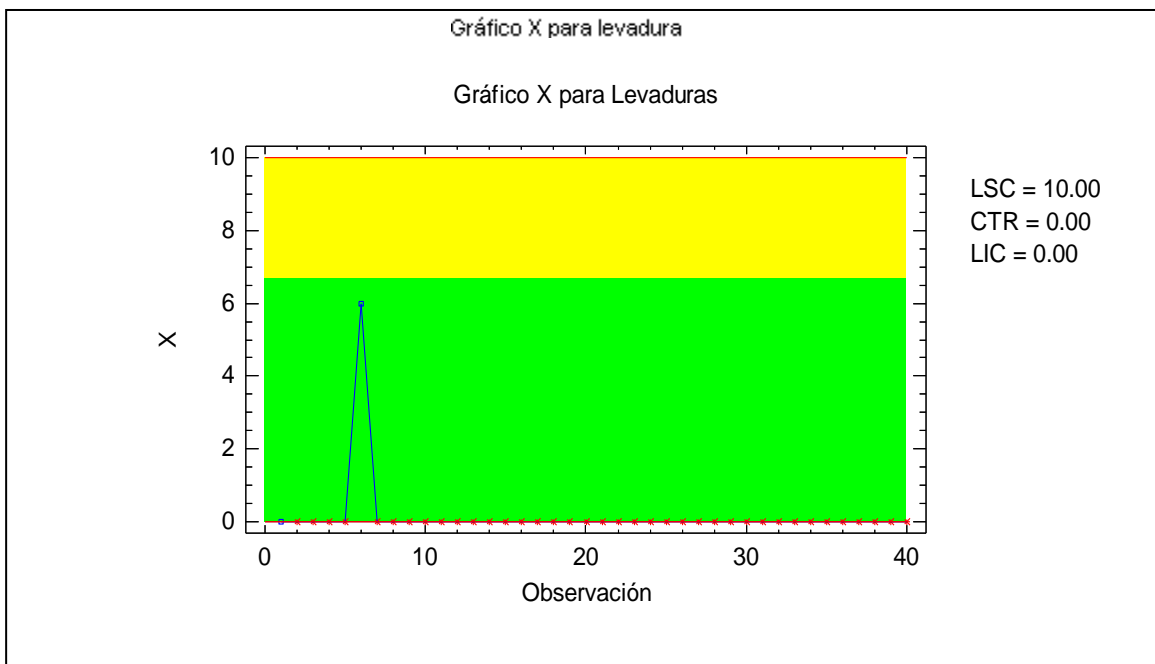
Fuente: elaboración propia, con datos experimentales de tabla IV.

Hubo eficiencia de 100% en las muestras evaluadas al equipo sometido al procedimiento de limpieza y desinfección en 3 pasos a temperatura ambiente.

El valor debe ser 0 UFC/100ml (unidades formadoras de colonia por cada 100 ml), COGUANOR NGO 34 155 h3.m. Se demostró el buen desempeño del procedimiento evaluado con el parámetro totalmente bajo control.

Producto terminado, ver figuras 19 y 20. La calidad del producto terminado establece la duración en el mercado y la aceptación del consumidor final. La microbiológica del producto terminado, indica la eficiencia de los controles en la elaboración de un producto alimenticio.

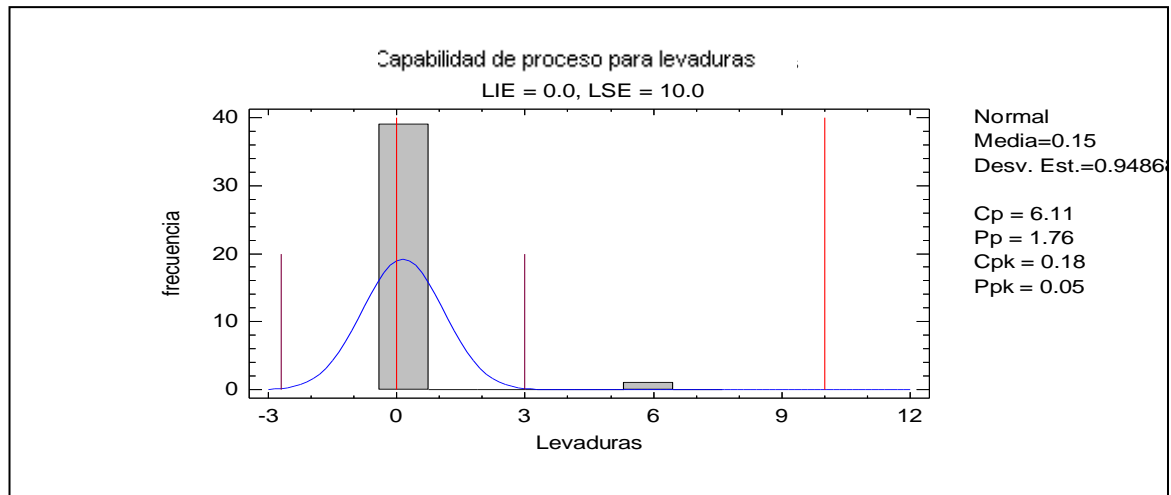
Figura 19. **Moho y levadura en producto terminado**



Fuente: elaboración propia, con datos experimentales de tabla III.

Se obtuvo una eficiencia de 100% en las muestras evaluadas como producto terminado. Demostrando el buen desempeño en los procedimientos de control y elaboración en la cadena de producción.

Figura 20. **Evaluación estadística de moho y levadura en producto terminado**



Fuente: elaboración propia, con datos experimentales de tabla III.

Hubo una eficiencia de 100% en las muestras evaluadas al equipo sometido al procedimiento de limpieza y desinfección en 3 pasos a temperatura ambiente. Demostrando el buen desempeño del procedimiento evaluado.

El valor ideal es 0 UFC/100ml. Se obtuvo la media = 0,15 UFC/100ml y desviación estándar de 0,948. UFC/100ml. Manteniendo el parámetro totalmente bajo control y muy cerca del ideal esperado.

Los resultados microbiológicos obtenidos en cuenta total, moho-levadura y coliforme en aguas de enjuague final. Así como moho-levadura en producto terminado. Demuestran el buen desempeño del procedimiento de limpieza y desinfección en 3 pasos a temperatura ambiente, en conjunto con las buenas prácticas de manufactura, y garantizan la calidad del producto, como también la satisfacción del consumidor final.

4.2. Análisis económico

El procedimiento de limpieza y desinfección en 3 pasos, otorga beneficios económicos adicionales:

- Se logra una reducción de químicos utilizados
 - Por la reducción del 50% de pérdida de la solución del detergente, al eliminar el 100% de CO₂ en la línea de llenado.
 - Por la eliminación del desinfectante utilizado.
- Se logra una reducción en agua tratada
 - Por drenar efectivamente el CO₂, se logra reducir de 20 a 15 minutos el primer enjuague, eliminando restos de bebida y CO₂.
 - Por la eliminación del desinfectante, se reduce el consumo de 3 000 litros necesarios para preparar la solución del desinfectante.
 - Por la eliminación del desinfectante, se reduce el consumo de agua utilizada en el enjuague del desinfectante.
- Se logra una reducción en consumo de energía eléctrica
 - Por desarrollar un procedimiento de limpieza y desinfección que cumpla con mantener la calidad en la limpieza y desinfección de los equipos, expresada por los análisis de microbiología, se reduce el tiempo de 115 a 57 minutos.

- Aumentando 60 minutos disponibles en la línea para producir.
- Se reduce 60 minutos en gasto eléctrico, tiempo destinado al proceso de limpieza y desinfección.

Tabla XIX. Comparación costo limpieza 5 pasos y limpieza 3 pasos

	Costo limpieza 5 pasos		Costo limpieza 3 pasos	
	Q/limpieza	Q/mes	Q/limpieza	Q/mes
Químicos	358,50	9 321,00	172,50	4 485,00
Agua	109,87	2 856,62	37,87	984,62
Energía	98,24	2 554,24	51,17	1 363,86
Total Q/mes		14 731,86		6 733,48
Total de ahorro Q/mes				7 998,38
Total de ahorro Q/año				95 980,56

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. El procedimiento de limpieza y desinfección de 3 pasos a temperatura ambiente, si es recomendable y funcional, logra mantener los estándares de calidad expresados en los resultados microbiológicos, (Cuenta Total, Moho-Levadura y Coliformes) necesarios para mantener la calidad del producto elaborado y garantizar su inocuidad, satisfaciendo la demanda y necesidad del consumidor final.
2. Permite el ahorro, en agua, químicos y energía eléctrica, satisfaciendo la necesidad de la mejora continua y optimizando los recursos; reduciendo el costo de operación. El ahorro Q. 95 980,56 por año, equivalente al 54,29% del costo actual
3. Hay ahorro en tiempo, disponible para producción, aumentando la eficiencia de línea. El ahorro de 312 horas/año, equivalente a 49,56% del tiempo destinado para el proceso de limpieza y desinfección de la línea de embotellado, se aumenta en 312 horas de producción/año, mejorando la eficiencia de línea.

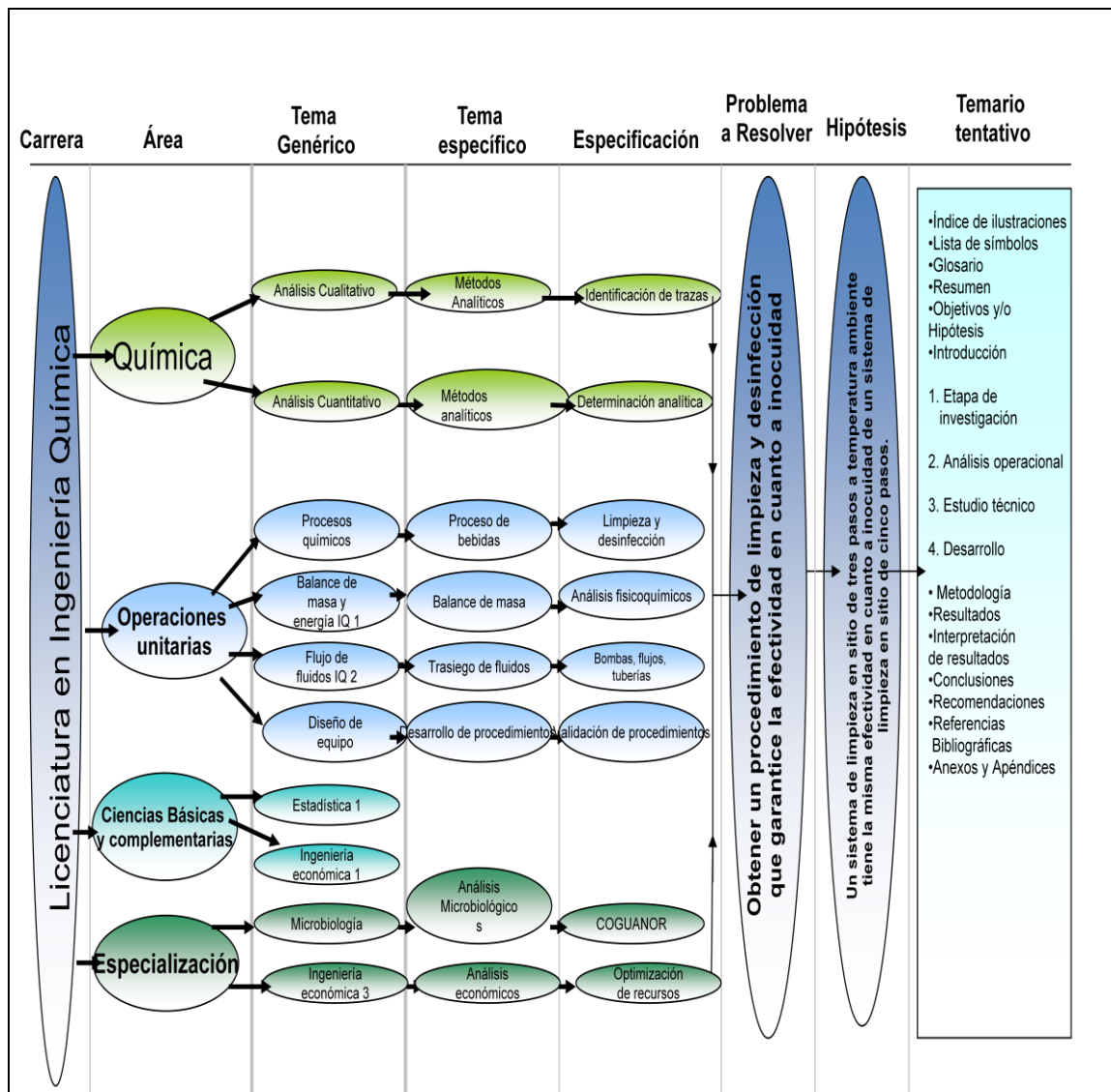
RECOMENDACIONES

1. Realizar limpieza 7 pasos (alcalino-ácido-desinfectante), por lo menos una vez al año, para lograr la eliminación de material extraño depositado en tuberías, válvulas, tanques y accesorios.
2. Hacer limpieza 5 pasos (alcalino-desinfectante), después del mantenimiento en línea de producción o equipo de llenado.
3. Realizar la correcta evacuación de CO₂, después de haber utilizado el equipo de llenado, para evitar caída de concentración del detergente.
4. Elaborar la correcta limpieza exterior de equipos y áreas cercanas a los equipos de producción, para evitar contaminación cruzada por agentes externos al proceso de producción.

BIBLIOGRAFÍA

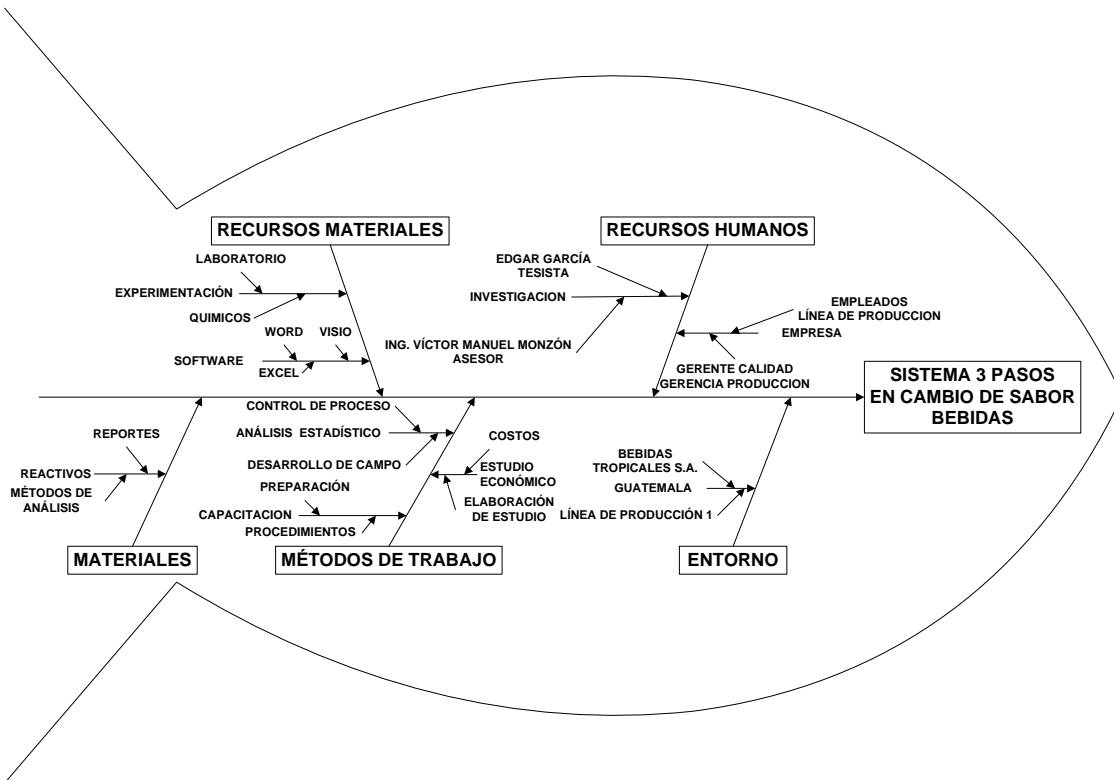
1. ALUFFI, Luis; RUMBADO, Mabel. *Contaminación cruzada State Compensation Insurance*. California: s.e. 2006. 196 p.
2. CODEX ALIMENTARIUS. *Proposed draft codex general standard for fruits juices and nectars*. Roma: FAO. 2000. 275 p.
3. DEGE, Nicholas; DOROTHY, Angelinne. *Technology bottled water*. 2ª ed. Iowa: Wiley Blacwell,. 2005. 432 p.
4. ESTRADA TENAZ, Blanca Lissette. *Análisis técnico económico de sistemas de limpieza para líneas de producción en la Industria de alimentos*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Facultad Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007. 102 p.
5. *Manual de ingeniería y fabricación de boquillas de aspersion y accesorios para la Industria*, México D. F: Spraying Systems, 2008. 245 p.
6. MARTÍ, Solé. *Desinfectantes: características y usos más corrientes*. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. 1991. 282 p.
7. MENDOZA Dario. *Manual técnico de limpieza en sitio CIP*. Mexico: s.e., 1993. 310 p.

Apéndice A. Evaluación de un sistema de limpieza en sitio (CIP), 3 pasos a temperatura ambiente en sustitución de un sistema de limpieza en sitio (CIP), 5 pasos a temperatura ambiente en líneas de embotellado, para la industria de bebidas carbonatadas y no carbonatadas en un cambio de sabor.



Fuente: elaboración propia

Apéndice B. Diagrama causa-efecto



Fuente: elaboración propia.

Apéndice C: **Tabla de muestreo**

Muestra	Punto de muestreo	Frecuencia	Número de Muestras	Parámetro	Estándar de referencia
Agua de enjuague Final	Salida del equipo	Después de cada CIP	1	Cuenta Total Coliformes Hongos y Levaduras	< 25/1 ml 0/250 ml < 10/100 ml
	Válvulas de la llenadora	Después de cada CIP	3 (Diferentes Válvulas)	Cuenta Total Coliformes Hongos y Levaduras	< 25/1 ml 0/250 ml < 10/100 ml
			3	Apariencia Olor Sabor	Normal Ninguno Ninguno
		Después de cada CIP	3	Residual de de Detergente	No detectable
Producto terminado	Válvulas de la llenadora	Después de cada CIP (Primera ronda de llenado)	2	Hongos y Levaduras	< 10/100 ml
				Apariencia	Producto Específico

Fuente: elaboración propia.

Apéndice D: Resultados Microbiológicos

Fecha: _____ Línea: _____ Tipo Saneamiento: _____
 Prueba # _____

Cambio de sabor de / para	Agua de enjuague final												Producto Terminado							
	(Tanques, equipos de proceso, llenadora)																			
	Hora	Punto de Muestreo	Hongos / levaduras (ufc/25 ml)					Cuenta total (ufc/ml)					Coli Válv.	Hongos / Levaduras (ufc/10 ml)						
		24	48	72	96	120	24	48	72	96	120	24	24	48	72	96	120			

Fuente: elaboración propia

Apéndice F. Registro de limpieza y saneamiento y pruebas organolépticas

Prueba #					
Fecha					
Cambio de sabor	De / para				
Línea	Colocar No.				
Enjuague con agua	Tiempo				
Limpieza Producto_____	Temperatura				
	Concentración				
	Tiempo de Contacto				
Enjuague con agua	Residuo de detergente (llenadora)				
Saneamiento producto_____	Temperatura				
	Concentración				
	Tiempo de contacto				
Enjuague con Agua	Residuo de detergente (llenadora)				
Prueba de residuo	Residuo de detergente (llenadora)				
Equipo de mezcla	Tanque Jarabe				
	Llenadora				
	Proporcionador				
Sabor olor y Apariencia	Muestra de producto				

Fuente: elaboración propia

Apéndice G. **Encuesta de CIP en plantas embotelladoras previo a realizar el estudio.**

PLANTA:	ELABORÓ:	FECHA:	SI	NO
1.0 MICROBIOLOGÍA				
1	¿El resultado del proceso de limpieza y saneamiento con el equipo CIP, es capaz de mantener las cuentas de levaduras y hongos menores a 10 por 100 ml, en los equipos donde se aplica?			
2	¿El resultado del proceso de limpieza y saneamiento realizado con el equipo CIP es capaz de mantener la cuenta total menor a 25 por 100 ml, en los equipos donde se aplica?			
3	¿El resultado del proceso de limpieza y saneamiento realizado con el equipo CIP es capaz de mantener las cuentas de coliformes en un valor de 0 por 100 ml, en los equipos donde se aplica?			
2.0 TOMA DE MUESTRAS				
4	¿El retorno de CIP de las líneas y equipos de proceso, cuenta con válvula de muestreo microbiológico?			
5	¿El retorno de CIP de las llenadoras, cuenta con válvula de muestreo microbiológico?			
6	¿Todas las válvulas de muestreo microbiológico son sanitarias, por ejemplo marca Millipore o similar?			
3.0 PROCEDIMIENTOS				
7	¿El equipo CIP envía los enjuagues de las líneas o equipos de proceso al drenaje sin recircular al paquete CIP?			
8	¿El agente detergente usado para la limpieza, está aprobado por las regulaciones nacionales e internacionales			
9	¿El agua usada para la limpieza y saneamiento, es agua tratada?			
10	¿La planta embotelladora aplica en forma correcta el procedimiento de limpieza para cambio de producto,			
11	¿Cada circuito de limpieza y saneamiento, consta de un solo y único circuito que evite contaminación cruzada?			
12	¿El tiempo de limpieza y saneamiento, de cada equipo de jarabes es razonable?			
13	¿El tiempo de limpieza y saneamiento, de cada llenadora y sus líneas utiliza el tiempo necesario			
14	¿La válvula de muestreo microbiológico del equipo o línea que se sana se abre durante la limpieza y saneamiento?			
15	¿Cada línea o equipo de proceso cuenta con un procedimiento escrito particular de limpieza y saneamiento en caliente?			
5.0 PARÁMETROS DE DISEÑO				
16	¿Las soluciones detergentes y/o agentes desinfectantes no son recuperadas dentro del paquete CIP?			
17	¿Las soluciones de limpieza y saneamiento son enfriadas antes de ser enviadas al drenaje?			

Continuación apéndice G.

18	¿La planta embotelladora evita el uso de vapor directo como agente desinfectante?		
19	¿El equipo <i>CIP</i> suministra al flujo requerido para limpiar y sanar cada uno de los diferentes equipos del sistema?		
20	¿Todas las instalaciones de tubería de proceso son sanitarias?		
21	¿Se evita el uso de conexiones roscadas en los diferentes equipos de proceso (jarabe simple, jarabe terminado, alimentación a la llenadora, etc.)?		
22	¿Cuentan todas las líneas de retorno de las soluciones de limpieza y saneamiento con válvulas check?		
23	¿La velocidad de la solución de limpieza y saneamiento en las tuberías de proceso está entre 1.5 y 2.5 m/s?		
24	¿La velocidad anterior se cumple en todas las tuberías del sistema?		
25	¿Las tuberías de proceso tienen pendientes adecuadas para auto drenarse?		
6.0 EQUIPOS A SER SANEADOS			
27	¿Se incluye cada llenadora, con sus respectivas tuberías de alimentación y vasos mezcladores en el saneamiento; en un sólo circuito de limpieza?		
28	¿La distribución de las soluciones de limpieza y saneamiento para todas los equipos que se sanean; se realiza por medio de placas de distribución o válvulas de doble asiento?		
29	¿Cada llenadora que se sana con el equipo <i>CIP</i> , cuenta con botellas falsas, que permiten la circulación del fluido de limpieza por el interior y exterior de las válvulas?		
30	¿La llenadora se encuentra girando cuando se sana?		
31	¿El retorno de la solución de limpieza y saneamiento sale por la parte superior de la llenadora?		
32	¿La llenadora cuenta con empaques adecuados para el saneamiento en caliente?		
33	¿El flujo de la solución de limpieza a través de cada válvula de la llenadora es de 5.7 lpm como mínimo?		
7.0 EQUIPO CIP			
34	¿Las condiciones de operación del paquete <i>CIP</i> , se cumplen de acuerdo a los requerimientos de diseño?		
35	¿El equipo <i>CIP</i> , alcanza las condiciones requeridas, para la limpieza con detergente en concentración tiempo?		
36	¿El sensor de conductividad de la limpieza y saneamiento está ubicado en la tubería de retorno de la solución al equipo <i>CIP</i> ?		
37	¿Todos los materiales metálicos de los equipos de proceso, accesorios y líneas de suministro y retorno del equipo <i>CIP</i> , son de acero inoxidable 304 ó mejor?		
38	¿Todos los materiales plásticos de los equipos de proceso, accesorios y líneas de suministro y retorno del equipo <i>CIP</i> , son de grados sanitarios y capaces de resistir soluciones ácidas y/o alcalinas?		
39	¿El tamaño de los tanques del equipo <i>CIP</i> , asegura llenar completamente el circuito más crítico de tal forma que permita la recirculación continua de las soluciones?		
8.0 EQUIPO DE CONTROL			
40	¿El equipo de control del paquete <i>CIP</i> , cuenta con una interfase hombre-máquina (pantalla) para la selección de programas de limpieza y saneamiento?		
41	¿El equipo de control del paquete <i>CIP</i> , monitorea cada paso de limpieza en que se encuentra operando el sistema <i>CIP</i> ?		

Continuación apéndice G.

42	¿El equipo de control del paquete <i>CIP</i> , monitorea el tiempo total y actual de limpieza?		
43	¿El equipo de control del paquete <i>CIP</i> , cuenta con indicador grafico de la concentración de las soluciones de limpieza y saneamiento; preferentemente electrónicos?		
44	¿El equipo de control del paquete <i>CIP</i> , cuenta con un código de acuoso para que sea sólo accionado por una persona		
45	El formato de registro y/o documento de cada saneamiento realizado está claro y completo (fecha, equipo, tipo <i>CIP</i> , persona responsable, gráficas de registro, etc.)?		
9.0 DOCUMENTACIÓN			
46	¿Se entregó el diagrama de tubería e Instrumentación del equipo <i>CIP</i> ?		
47	¿Se entregó el diagrama de tubería e Instrumentación del sistema <i>CIP</i> para la(s) llenadora(s) ?		

OBSERVACIONES: _____

Fuente. elaboración propia.