



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

"DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SANIDAD PARA LA ELIMINACIÓN DE
BACTERIAS PRODUCTORAS DE BIOPELÍCULAS EN CÁMARAS DE
CONSERVACIÓN EN UNA EMBUTIDORA"

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERA EN ALIMENTOS

P R E S E N T A :

ANA LILIA GUZMÁN VALENZUELA

ASESOR: DRA. CLARA INÉS ÁLVAREZ MANRIQUE
COASESOR: I.A. ANA MARÍA DE LA CRUZ JAVIER

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO, 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

M. en C. JORGE ALFREDO CUELLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

ATN: M. EN A. ISMAEL HERNÁNDEZ MAURICIO
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos a comunicar a usted que revisamos el: Trabajo de Tesis

Diseño de un programa de sanidad para la eliminación de bacterias productoras de biopelículas en cámaras de conservación en una embudidora

Que presenta la pasante: Ana Lilia Guzmán Valenzuela
Con número de cuenta: 306079788 para obtener el Título de: Ingeniera en Alimentos

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"
Cuautitlán Izcalli, Méx. a 09 de Enero de 2015.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Dra. Clara Inés Álvarez Manrique	
VOCAL	I.A. Francisco Javier López Martínez	
SECRETARIO	I.A. Ana María Soto Bautista	
1er. SUPLENTE	Dr. Julio César Morales Mejía	
2do. SUPLENTE	Dra. Guicela Ramírez Bernal	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

DEDICATORIAS

Me siento muy feliz de lograr este objetivo, de tener en mis manos la recompensa a todo el esfuerzo y dedicación, a los días de desvelo y frustración en los que me sentí desanimada y no quería seguir. De esta manera me demuestro lo perseverante e inteligente que he sido y mi capacidad para lograr cada una de las cosas que deseo... Este trabajo me lo dedico a mí!

DEDICO ESTE PROYECTO Y MI ESFUERZO PARA SER MEJOR CADA DÍA A LAS ÚNICAS PERSONAS QUE ME HAN DADO SU APOYO FIEL E INCONDICIONAL HASTA ESTE SEGUNDO: A MI PAPÁ, MI MAMÁ Y MIS 3 HERMANOS.

A MIS AMIGOS DE LA FES CUAUTITLAN MARISHOL, LAURA, KARLA, CESS Y YADIR CON QUIENES PASE MOMENTOS MARAVILLOSOS, GRACIAS POR COMPARTIR CONMIGO INFINITAS HORAS DE BIBLIOTECA, NOCHES DE DESVELOS Y PELEAS JAJA. POR LOS DÍAS DE RISA, FIESTA Y AVENTURAS QUE HICIERON UNOS DE LOS MEJORES AÑOS DE MI VIDA. ¡LOS QUIERO!

AGRADECIMIENTOS

A **mis padres Emeterio y Elvira** por todo el trabajo y sacrificio que hicieron para que mis hermanos y yo siguiéramos estudiando y tuviéramos más de lo que necesitábamos. Por apoyarme a lo largo de este camino hasta el último día en que tuve que empastar la tesis, por su comprensión y amor, pero sobre todo por enseñarnos con su ejemplo a tener paciencia y fortaleza ante los obstáculos que se presentan, por ayudarme a ver el lado positivo de las situaciones cuando yo no puedo hacerlo y decirme tu puedes! las veces que he dudado, por confiar en mí y dejarme vivir mi vida como he querido vivirla respetando mis decisiones aunque a veces no sean las más acertadas. Sin todo eso hubiera sido muy complicado llegar hasta este punto y no estaría rodeada de tantas cosas buenas. Esto es para ustedes!!!

A **mi hermano Héctor** por aconsejarme, por haberme prestado tu compu, tu auto para llegar a tiempo a clases, por haber soportado la luz prendida hasta altas horas de la madrugada durante todos los años de estudio. La verdad no tengo palabras para agradecerte lo buen hermano mayor que has sido conmigo, eres una persona muy bondadosa y trabajadora que ayudas sin esperar nada a cambio, Gracias.

A **mis hermanos Alfredo y Jose Luis**: Por creer en mí y motivarme en cada momento a pesar de la distancia, los quiero mucho

A mi **asesora, la Dra. Clara Inés Álvarez**, por proporcionarme su conocimiento, experiencia y tiempo para la realización de este proyecto, por todas y cada una de las facilidades en el laboratorio de bacteriología que hicieron de mi estancia una experiencia muy agradable y enriquecedora. Gracias también por sus consejos y palabras llenas de positivismo que contagian de alegría y motivan a dar lo mejor. La aprecio y admiro.

A mi **coasesora, la I.A Ana María de la Cruz**: por el apoyo que recibí de usted, en especial porque siempre estuvo pendiente de mí con mensajes de... ¿Cómo vas con la tesis Anali? ☺ que hicieron que me mantuviera en el camino.

A la **profesora I.A. Ana María Soto**: por la disposición que tiene para compartir sus conocimientos de manera desinteresada, por las observaciones y recomendaciones a esta tesis.

Al **I.A. Francisco Javier López, Dr. Julio Cesar Morales y la Dra. Guicela Ramírez**: por su amabilidad y tiempo invertido para la mejora de este proyecto.

A la hermosa **F.E.S Cuautitlán Campo 1** por darme la oportunidad de realizar mis estudios profesionales, por convertirse en mi segunda casa durante estos años, porque gracias a eso he podido vivir momentos invaluable y he podido conocer excelentes profesores y personas que me han ayudado a mi formación académica y personal. Me siento feliz y orgullosa de haber pertenecido a esta Facultad.



INDICE

INTRODUCCION	1
1. OBJETIVOS	2
2. GENERALIDADES	3
2.1 SUCIEDAD	3
2.1.1 Clasificación	3
2.1.2 Clasificación de la contaminación generada por la suciedad	3
2.2 LIMPIEZA	4
2.2.1 Factores que influyen en la limpieza	4
2.2.2 Compuestos limpiadores	7
2.2.2.1 Propiedades	7
2.2.2.2 Clasificación	8
2.2.2.2.1 Álcalis cáusticos y no cáusticos	8
2.2.2.2.2 Ácidos inorgánicos y orgánicos	9
2.2.2.2.3 Surfactantes	10
2.2.2.2.4 Secuestrantes	11
2.2.2.2.5 Limpiadores con cloro activo	12
2.2.2.2.6 Limpiadores basados en enzimas	12
2.2.3 Métodos de limpieza	12
1.2.3.1 Manual	12
1.2.3.2 A base de espuma	12
2.2.3.3 Con ultrasonido	13
2.2.3.4 Pulverización a alta presión y bajo volumen	14
1.2.3.5 Pulverización a baja presión y alto volumen	14
2.2.3.6 Limpieza in situ (Cleaning In Place)	14
2.2.3.7 Limpieza fuera del sitio (Cleaning Out Place)	15
2.3 DESINFECCIÓN	16
2.3.1 Métodos	17
2.3.1.1 Desinfección térmica	17
2.3.1.2 Desinfección química	17
2.3.2 Características de un buen desinfectante	18
2.3.3 Mecanismos de acción de los agentes desinfectantes	18
1.3.4 Desinfectantes utilizados en la industria de alimentos	20
2.3.4.1 Clasificación	21
2.3.4.1.1 Halógenos	22
2.3.4.1.2 Oxidantes liberadores de oxígeno	25
2.3.4.1.3 Compuestos de amonio cuaternario	26
2.3.4.1.4 Aldehídos	27
2.4 LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN	28
1.4.1 Etapas de la limpieza y desinfección	28
2.4.2 Limpieza y desinfección simultáneas o combinadas	28
2.4.3 Programa de Sanidad	29



2.4.3.1	Elaboración del programa	30
2.4.3.1.1	Identificación de las áreas de la planta	30
2.4.3.1.2	Productos químicos y utensilios utilizados	31
2.4.3.1.3	Plan maestro de limpieza	31
2.4.3.1.4	Procedimientos operativos estandarizados de sanitización	32
2.5	BIOPELÍCULAS	34
2.5.1	Bacterias formadoras de Biopelículas	36
2.5.2	Fases del desarrollo	37
2.5.3	Factores que influyen en su formación	39
3.	METODOLOGIA	41
3.3.1	Actividades preliminares	43
3.3.1.1	Descripción general del establecimiento.	43
3.3.1.2	Identificación de puntos críticos de formación de biopelícula.	43
3.3.1.3	Muestreo	43
3.4	DIAGNÓSTICO DE BACTERIAS PRODUCTORAS DE BIOPELÍCULA	44
3.4.1	Aislamiento de colonias	44
3.4.2	Capacidad formadora de biopelícula.	45
3.4.3	Pruebas para la identificación de bacterias formadoras de biopelícula.	45
3.4.3.1	Tinción de Gram	45
3.4.3.2	Prueba de la oxidasa	46
3.4.3.3	Prueba de la catalasa	47
3.4.3.4	Prueba de oxidación-fermentación (O-F)	47
3.4.3.5	Prueba de fermentación de la glucosa	49
3.4.3.6	Prueba de licuefacción de gelatina	49
3.4.3.7	Prueba de citrato	50
3.4.3.8	Prueba de Voges - Proskauer (VP)	51
3.4.3.9	Prueba de reducción de nitratos	51
3.4.3.10	Prueba de sulfuro-indol-movilidad (SIM)	52
3.4.3.11	Prueba de ureasa	53
3.4.3.12	Prueba lisina-hierro-agar (LIA)	54
3.5	EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD BACTERICIDA DEL AGENTE LIMPIADOR-DESINFECTANTE	55
3.5.1	Estandarización del inóculo y conteo de UFC	55
3.5.2	Evaluación del agente limpiador-desinfectante	56
3.6	DISEÑO DEL PROGRAMA DE SANIDAD	57
3.6.1	Diagnostico higiénico-sanitario y evaluación del proceso de limpieza y desinfección de las cámaras de conservación.	57
3.6.2	Redacción de POES	57
3.6.2	Elaboración del Plan Maestro	58
4.	RESULTADOS Y ANALISIS	59
4.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMBUTIDORA	59
4.2	MUESTREO EN PUNTOS CRÍTICOS DE FORMACIÓN DE BIOPELÍCULA	61
4.3	AISLAMIENTO DE COLONIAS	62
4.4	BACTERIAS CON CAPACIDAD DE FORMACIÓN DE BIOPELÍCULA	62
4.5	IDENTIFICACIÓN DE LAS BACTERIAS PRODUCTORAS DE BIOPELÍCULA	63



4.6 EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ELIMINACIÓN DE BACTERIAS PRODUCTORAS DE BIOPELÍCULA DEL LIMPIADOR-DESINFECTANTE FOAM CL	68
4.6.1 Evaluación del limpiador-desinfectante a la concentración del 1%	68
4.6.2 Evaluación del limpiador-desinfectante a la concentración del 10%	70
4.7 DISEÑO DEL PROGRAMA DE SANIDAD	70
4.7.1 Diagnóstico higiénico sanitario y evaluación del procedimiento de limpieza y desinfección de la embutidora.	70
4.7.2 Redacción de POES	75
4.7.2.1 Productos químicos y utensilios de limpieza	75
4.7.2.2 Plan maestro de limpieza y desinfección	79
4.7.2.3 Procedimientos Estandarizados de Sanitización	82
CONCLUSIONES	97
RECOMENDACIONES	98
ANEXOS	99
BIBLIOGRAFIA	118



INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mecanismo de inactivación de los microorganismos por biocidas.....	20
Figura 2. Estructura química de amonio cuaternario.....	27
Figura 3. Microscopia electrónica de una biopelícula donde se observa la masa de células y los espacios que forman canales envueltos dentro de la matriz celular (Herrera, 2004).....	35
Figura 4. Restos visibles de biopelículas adherida a una superficie (San José & Orgaz, 2010).	36
Figura 5. Fases del desarrollo de biopelículas.....	37
Figura 6. Diagrama de direcciones para frotar hisopos.....	44
Figura 7. Método de siembra por estrías en placa.....	44
Figura 8. Incubación en caldo BHI.....	45
Figura 9. Esquema comparativo de las paredes celulares de las bacterias Gram positivas y negativas.....	46
Figura 10. Interpretación de resultados de la prueba de la oxidasa.....	47
Figura 11. Interpretación de resultados de la prueba de la catalasa.....	47
Figura 12. Interpretación de resultados de la prueba OF.....	48
Figura 13. Interpretación de resultados de la prueba de fermentación de la glucosa.....	49
Figura 14. Interpretación de resultados de la prueba de licuefacción de gelatina.....	50
Figura 15. Interpretación de resultados de la prueba de citrato.....	50
Figura 16. Interpretación de resultados de la prueba de VP.....	51
Figura 17. Interpretación de resultados de la prueba de reducción de nitratos.....	52
Figura 18. Interpretación de resultados de la prueba de SIM.....	53
Figura 19. Interpretación de resultados de la prueba de Ureasa.....	54
Figura 20. Interpretación de resultados de la prueba de LIA.....	54
Figura 21. Interpretación de la estandarización de inóculos.....	55
Figura 22. Interpretación de la evaluación del FOAM CL.....	56
Figura 23. Plano de distribución de áreas de la embutidora.....	60
Figura 24. Ejemplo de puntos críticos muestreados en piso.....	61
Figura 25. Puntos críticos muestreados en techo.....	61
Figura 26. Ejemplo de puntos críticos muestreados en pared.....	61
Figura 27. Aislamiento de colonias.....	62
Figura 28. Siembra por estría en placa.....	62
Figura 29. Evolución de biopelícula con respecto al tiempo.....	63
Figura 30. Bacteria Gram - vista al microscopio.....	64
Figura 31. Bacteria Gram + vista al microscopio.....	64
Figura 32. Resultado de la prueba de la catalasa.....	64
Figura 33. Resultado de la prueba de la oxidasa.....	64
Figura 34. Resultado de la prueba de fermentación de la glucosa.....	64
Figura 35. Resultado de la prueba de O-F.....	64
Figura 36. Resultado de la prueba de licuefacción de gelatina.....	65



Figura 37. Resultado de la prueba de citrato.....	65
Figura 38. Resultado de la prueba de reducción de nitratos.....	65
Figura 39. Resultado de la prueba de V-P.....	65
Figura 40. Resultado de la prueba de ureasa	65
Figura 41. Resultado de la prueba de SIM	65
Figura 42. Resultado de la prueba de LIA.....	66
Figura 43. Estantería de la cámara de producto terminado.....	71
Figura 45. Rieles de la cámara de bovinos.....	72
Figura 44. Cámara de congelación.....	72
Figura 46. Utensilios de limpieza utilizados en la embutidora.....	72
Figura 47. Propuesta del plan maestro de limpieza y desinfección para las cámaras de conservación de la embutidora.	81

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación del agua de acuerdo a su grado de dureza.	5
Tabla 2. Componentes de la suciedad.	6
Tabla 3. Características de los principales compuestos limpiadores alcalinos.	9
Tabla 4. Características de los compuestos limpiadores secuestrantes.....	11
Tabla 5. Materiales utilizados en la limpieza manual.....	13
Tabla 6. Condiciones de inactivación de algunos microorganismos con Hipocloritos.	23
Tabla 7. Condiciones de inactivación de varios microorganismos por yodóforos.	25
Tabla 8. Normas Oficiales Mexicanas aplicables a la embutidora.....	57
Tabla 9. Identificación de bacterias de la cámara de ovinos.	67
Tabla 10. Identificación de bacterias de la cámara de bovinos.....	67
Tabla 11. Identificación de bacterias de la cámara de congelación.	67
Tabla 12. Identificación de microorganismos de la cámara de producto.	68
Tabla 13: Efecto biocida del limpiador-desinfectante FOAM CL al 1%.	69
Tabla 14 Efecto biocida del limpiador-desinfectante FOAM CL al 10%.	70
Tabla 15. Lista de verificación de condiciones higiénico-sanitarias de la embutidora.....	73
Tabla 16. Productos químicos sugeridos por DIKEN International y seleccionados para la limpieza y desinfección de la embutidora.	77
Tabla 17. Utensilios recomendados por DIKEN International y elegidos para la limpieza y desinfección de la embutidora.....	78

INDICE DE GRAFICAS

Gráfica 1. Porcentaje de la capacidad de producción de biopelícula de las cepas inoculadas...	62
Gráfica 2. Porcentaje de inhibición de bacterias formadoras de biopelícula al aplicar FOAM CL al 1%.	69
Gráfica 3. Cumplimiento de especificaciones higiénico-sanitarias en la embutidora.	71



INTRODUCCION

La salud y la vida de las personas dependen en gran parte de la calidad nutricional de los alimentos que consumen diariamente, por lo que debe cuidarse la calidad higiénica y sanitaria a la que estos son sometidos en toda la cadena productiva, para evitar enfermedades transmitidas por alimentos (ETA's); en el caso de la industria cárnica los restos de proteína, grasa y aditivos, son un medio rico de nutrientes para que se desarrollen las bacterias causante de este tipo de enfermedades tales como la *Salmonella*, *Listeria* y *E. Coli* mismas que pueden presentar la capacidad de generar una matriz extracelular llamada "biopelícula" que los protege de efectos estresantes como temperaturas extremas, roce, flujo turbulento y actividad química de detergentes y desinfectantes. Esta formación de biopelículas se ve favorecida por un diseño higiénico inadecuado, un deficiente programa de limpieza y desinfección o por un mal mantenimiento de los materiales e instalaciones que fomenta su adherencia, permitiéndoles sobrevivir y fijarse en utensilios y superficies representando un grave foco de contaminación para el producto y el consumidor. (Calderón, Cooper, Domínguez, Gutiérrez, & Schneider, 2009; Mortimore, 2004; Puig-Durán, 2002).

La eliminación de biopelículas no es una tarea fácil, es por ello que hoy en día las industrias procesadoras de alimentos están buscando medidas preventivas para controlar este tipo de problema; un plan de sanidad es una de las herramientas más adecuadas para la erradicación de bacterias formadoras de biopelículas, por tal razón, es de suma importancia conocer la forma correcta en la que debe emplearse equipos y sustancias destinadas a este proceso ya que con su uso indebido no se podrá asegurar la sanitización y se generará una ineficiencia a largo plazo, debido a que los microorganismos pueden ir adquiriendo resistencia a los productos utilizados (Ramírez, 2006; Rodríguez, 2012). En el siguiente trabajo se diseñó un programa de sanidad que permita la eliminación de bacterias formadoras de biopelícula en cámaras de refrigeración y congelación en una embutidora, basándonos en el estudio "in vitro" de la capacidad bactericida del agente limpiador-desinfectante utilizado y de las condiciones en las que opera actualmente, para obtener embutidos con mayor calidad sanitaria y por consiguiente generar valor agregado en los productos que les pueden permitir mayor distribución.



1. OBJETIVOS

➤ **Objetivo general**

Diseñar un programa de sanidad que permita la eliminación y/o prevención de bacterias productoras de biopelícula en cámaras de refrigeración, congelación y producto terminado de una embutidora para obtener productos con aceptabilidad higiénica.

➤ **Objetivo particular 1**

Diagnosticar la presencia de bacterias productoras de biopelículas en las cámaras de conservación por medio de análisis microbiológicos.

➤ **Objetivo particular 2**

Evaluar la capacidad bactericida del agente limpiador-desinfectante empleado en el proceso de sanidad de las cámaras de conservación, sobre las bacterias diagnosticadas como productoras de biopelículas mediante análisis microbiológicos *"in vitro"*.

➤ **Objetivo particular 3**

Elaborar los Procedimientos Operativos de Sanidad como parte del programa de sanidad, mediante un diagnóstico situacional para el reconocimiento de las fortalezas y puntos débiles que permitan establecer las actividades adecuadas que mantengan las cámaras de conservación libres de bacterias generadoras de biopelículas.



2. GENERALIDADES

2.1 SUCIEDAD

Todo residuo tanto de naturaleza orgánica como inorgánica que permanece en maquinaria, utensilios y en otras superficies utilizadas durante el procesamiento de alimentos, es catalogado como suciedad. Es un término general para “materia no deseada” o “que no pertenece a cierto lugar” (Ramírez, 2006); puede ser polvo, hollín, grasa, restos de alimentos e incluso bacterias que pueden llegar a formar biopelículas resistentes a los desinfectantes, ocasionando la contaminación de los alimentos elaborados en el equipo o superficie donde estuvo presente la suciedad (Rodríguez, 2012).

2.1.1 Clasificación

El tipo de suciedad varía de acuerdo con el tipo de producto que se esté fabricando y con el ambiente en el que se procesa; siendo de suma importancia conocer las características de la suciedad en cuestión debido a que el objetivo del proceso de limpieza consiste en disolver y dispersar la suciedad en agua y diluirla hasta el extremo en que pueda considerarse como eliminada.

La suciedad puede clasificarse en:

- a) *De acuerdo al estado en el que se presenta* Hyginov (2000) considera tres estados de la suciedad:
 - Suciedad libre: impurezas no fijadas en una superficie, fácilmente eliminables.
 - Suciedad adherente: impurezas fijadas, que precisan de una acción mecánica o química para desprenderlas de las áreas o superficies especificadas.
 - Suciedad incrustada: impurezas introducidas en los relieves o recovecos en las áreas o superficies especificadas.

- b) *Por su composición físico-química que va ligada a su capacidad para solubilizarse en agua:* la disponibilidad de eliminación de los componentes de la suciedad radica en la facilidad para disolverse en agua, pues disolver restos de carbohidratos, al igual que muchos minerales es relativamente sencillo por su elevada hidrofilia, ésta tarea resulta mucho más difícil en las grasas y proteínas, componentes que se encuentran en la industria cárnica. La adhesión de las moléculas o macromoléculas de la suciedad, tales como las proteínas, ácidos grasos, azúcares, etc., a las superficies sólidas resulta de la atracción entre estos cuerpos; ello se traduce en un ensuciamiento de las superficies.

2.1.2 Clasificación de la contaminación generada por la suciedad

La contaminación es clasificada como:



- a) *Contaminación química*: tiene lugar a partir de los ingredientes y durante la producción, distribución o almacenamiento. Algunos ejemplos son: pesticidas, residuos de medicamentos, micotoxinas, hidrocarburos aromáticos y metales pesados (cadmio, plomo, mercurio, arsénico, etc.).
- b) *Contaminación física*: consiste en la presencia de cuerpos extraños al alimento en cualquier momento de la producción como pueden ser vidrios, metales, polvo, fibras, pelos, etc.
- c) *Contaminación biológica*: puede deberse a la presencia de bacterias, virus, mohos, parásitos y levaduras; la contaminación bacteriana, es la causa más común de ETA's. En la carne, pueden aislarse *Lactobacillus*, *micrococáceas*, *enterobacterias*, *Leuconostoc*, algunas especies de los géneros *Clostridium*, *Pediococcus*, *Achromobacter*, *Flavobacterium*, *Bacillus*, *enterococos*, etc. En cuanto a microorganismos patógenos, se han detectado *Clostridium*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp.*, *Yersinia enterocolitica*, *Escherichia Coli O157:H7* y *Campylobacter jejuni* (Moreno, 2006)

2.2 LIMPIEZA

Para conseguir alimentos inocuos es imprescindible una buena limpieza ya que es una parte importante de la producción de alimentos y la efectividad de este proceso tiene considerables implicaciones sobre la calidad del producto final.

Se entiende como limpieza al conjunto de operaciones que permiten eliminar todo tipo de suciedad ya sea visible o microscópica de una superficie por medio de productos detergentes, pues aun cuando creemos que un objeto está limpio puede contener microorganismos que para el ojo humano son desapercibidos; por ejemplo, las bacterias, quienes tienen la capacidad de formar biopelículas y a la vez ser las causantes de ETA's. Pese a ello terminada la limpieza siempre quedarán en las superficies microorganismos que hay que destruir por medio de una desinfección para evitar el riesgo de contaminación (Rodríguez, 2012).

La limpieza tiene la capacidad de eliminar restos de alimentos que quedan sobre las superficies y que inhiben la acción de los desinfectantes susceptibles a ser inactivados por la materia orgánica, impidiendo su función (Puig-Durán, 2002). Además, pretende cumplir con exigencias estéticas y restablecer el normal funcionamiento de las instalaciones y utensilios tras su actividad, prolongando así su vida útil y al mismo tiempo evitando la contaminación cruzada.

2.2.1 Factores que influyen en la limpieza

Mientras un lugar o superficie no esté totalmente limpia difícilmente podrá ser desinfectada satisfactoriamente. Por eso, es importante considerar los siguientes factores que influyen en la obtención de una buena limpieza:



- a) *Tipo de suciedad que se va a eliminar:* varía de acuerdo con la composición del alimento y el proceso al que ha sido sometido. En la industria cárnica principalmente son restos orgánicos que se encuentran en el músculo de la carne disueltos en agua (grasas, proteínas, carbohidratos, vitaminas, y en menor cantidad fósforo, potasio, etc.) que han quedado adheridos a las máquinas y superficies. En segundo término están los restos inorgánicos, presentes como depósitos formados por la dureza del agua. (Casp & López, 2004).
- b) *Tipo de superficie que se va a limpiar:* es importante que en aquellas situaciones donde se encuentren metales suaves o aleaciones como bronce, zinc o aluminio se especifiquen los limpiadores adecuados para su uso sin ocasionar algún daño. Si se utilizan productos químicos que produzcan corrosión, grietas o asperezas, se tendrán graves consecuencias económico-higiénicas ya que las irregularidades en las superficies permitirán el alojamiento de microorganismos y de materia orgánica que propiciarán la formación de biopelículas; y su limpieza será complicada (Casp & López, 2004). Debe existir un equilibrio entre la intensidad de la limpieza y el mantenimiento de los instrumentos.
- c) *Calidad y dureza del agua:* el agua utilizada en la industria alimentaria en los procesos de limpieza y desinfección tiene que ser potable y presentar cierto grado de dureza como principal característica de calidad para su uso como producto de limpieza, el cual está expresado como carbonato de calcio en miligramos por litro. Existe una serie de clasificaciones del agua respecto a su contenido de dureza, siendo una de las más utilizadas la de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Tabla 1). Se llaman aguas duras aquellas que contienen una cantidad elevada de compuestos de calcio y de magnesio, y en menor medida, de manganeso, aluminio, hierro, etc. Las aguas blandas tienen una cantidad pequeña de compuestos de calcio y magnesio y son las adecuadas para la limpieza (Moreno, 2006), debido a que la dureza elevada interfiere en la solubilidad y actividad de los detergentes y agentes desinfectantes, se pueden formar películas insolubles mediante reacción con los detergentes y jabones y también se pueden generar incrustaciones de calcio en las superficies a higienizar (Roux, 2006).

Tabla 1. Clasificación del agua de acuerdo a su grado de dureza.

Grado de dureza del agua	Concentración en calcio y magnesio (mg/L)
Blanda	0-60
Moderadamente dura	61-120
Dura	121-180
Muy dura	>180

(O.M.S, 2006)

- d) *Temperatura:* el aumento de la temperatura puede multiplicar la acción del detergente disminuyendo la tensión superficial del agua o acelerando las reacciones químicas, como es en el caso de las grasas o ceras, donde facilita su saponificación e hidrólisis



permitiendo la penetración del detergente; sin embargo, está limitada por el punto de ebullición del agua, el costo de energía calorífica, la resistencia térmica de ciertos materiales, la coacción de la suciedad (coagulación de proteínas, caramelización de hidratos de carbono, precipitación de sales minerales, etc.) y el método de aplicación.

- e) *Tiempo*: se debe conceder el suficiente para que la solución limpiadora penetre a través de toda la suciedad, empape las materias resacas y emulsione las sustancias vehiculadoras de grasa. El tiempo mínimo para superficies medianamente sucias debe ser de 20 minutos aunque puede durar horas en las operaciones de desincrustación de calderas (García, 2010).
- c) *Compuesto limpiador*: el tipo de suciedad y características de las instalaciones influirán en la concentración y el tipo de solución detergente, el sistema de aplicación, la utilización de agua fría o caliente y el tiempo de contacto (Caballero, Grave, Cárdenas, Carreño, Arauz, & Peraza, 2002). En la tabla 2 se muestra la solubilidad de la suciedad en base a sus componentes y el tipo de limpiador que puede utilizarse para su eliminación.

Tabla 2. Componentes de la suciedad.

Componentes de la Suciedad	Solubilidad	Facilidad de limpieza	Transformaciones por el calentamiento durante el proceso	Cualidades requeridas del producto de limpieza
Azúcares solubles. (glucosa, sacarosa)	Solubles en agua.	Muy fácil.	Caramelización: más difíciles de limpiar.	Alcalinos
Otros hidratos de carbono (almidón, celulosa y otros polisacáridos).	Solubilidad baja o nula en agua; formación de geles.	Poco fácil.	N/D	Poder dispersante
Materia grasa/aceites.	Insolubles en agua.	Fácil limpieza con ayuda de un detergente.	Degradación: más difícil de limpiar.	Poder emulsionante y dispersante.
Proteínas.	Solubilidad variable en agua. Pueden precipitar en medio ácido	Muy fácil con ayuda de soluciones alcalinas.	Desnaturalización: los depósitos de proteínas desnaturalizadas son más difíciles de limpiar.	Alcalino. Poder dispersante.
Sales minerales, (sal de cocina, incrustaciones, óxidos metálicos).	Solubilidad variable en agua. La mayoría son solubles en soluciones ácidas y a veces en soluciones alcalinas.	Muy fácil a difícil según la solubilidad.	Precipitación: difícil de limpiar.	Ácido Poder quelante.

ND= No Disponible

(Hyginov, 2000)

- f) *Concentración del producto*: todo detergente tiene una concentración mínima necesaria para una limpieza eficiente bajo una serie de circunstancias dadas; al aumentar la concentración por encima de ese mínimo, mejora el efecto limpiador con



rendimientos cada vez menores y con costos cada vez mayores, por lo que hay una concentración óptima que debe buscarse en condiciones comerciales (García, 2010).

2.2.2 Compuestos limpiadores

Son agentes constituidos por una amplia variedad de sustancias químicas con capacidad tenso-activa, emulsionante y dispersante para que la suciedad pueda soltarse y suspenderse para su eliminación (Marriot, 2003). Eliminan físicamente un gran número de bacterias facilitando la desinfección posterior, aunque cabe recordar que no poseen propiedades bactericidas (Forsythe & Hayes, 2012).

2.2.2.1 Propiedades

Un solo detergente no es adecuado para todos los propósitos, el compuesto elegido dependerá de la superficie a limpiar y de los depósitos de suciedad que se encuentren (Contreras, 1993). Además, la selección del compuesto limpiador se dificulta al encontrarse con muchos tipos de productos que se pueden utilizar, por lo que es importante conocer bien las propiedades de los mismos para elegir el correcto. De acuerdo con Forsythe & Hayes (2012), un limpiador ideal se debe caracterizar por los siguientes mecanismos de acción cuya combinación lo hace sumamente efectivo:

1. Ser fácilmente soluble en agua a temperatura necesaria.
2. No ser corrosivo para las superficies del equipo.
3. Carecer de acción irritante sobre la piel, los ojos y no ser tóxico.
4. Inodoro y biodegradable.
5. Fácil de medir y dosificar.
6. De empleo económico.
7. Deben enjuagarse sencillamente de forma que no queden restos adheridos a las superficies limpias.
8. Ser compatible con el desinfectante si se combina la limpieza y desinfección.
9. Estables durante periodos largos de almacenamiento.
10. Limpiadores efectivos con todo tipo de suciedad; debido al gran espectro de sustancias que se tienen que eliminar con ellos, deben tener propiedades de acción detergente tales como:
 - a) Humedecer la superficie del material sucio, es decir, rebajar la tensión superficial del agua de forma que esta pueda penetrar en la suciedad para eliminarla más fácilmente.
 - b) Dispersar los materiales insolubles y mantenerlos en suspensión para que puedan ser arrastrados.
 - c) Disolver las suciedades solubles tanto orgánicas como inorgánicas.
 - d) Emulsionar las grasas y aceites (descomponerlos en glóbulos pequeños y dispersarlos de forma que permanezcan suspendidos en solución).
 - e) Saponificar las grasas, esto es, convertirlas en jabones solubles.



- f) Secuestrar (ligar o inactivar) las sales de calcio y magnesio disueltas en las aguas duras, de forma que se evite su precipitación y no disminuya la eficiencia de la limpieza.

Ya que hasta ahora ningún producto químico posee todas las propiedades citadas, deben mezclarse varios para obtener formulaciones equilibradas de detergentes aptas para una necesidad de limpieza específica.

2.2.2.2 Clasificación

Los detergentes se clasifican en función del mecanismo de acción; existen unos cuya acción es química, dentro de los cuales se distinguen dos grupos: alcalinos y ácidos; y detergentes cuya acción es fisicoquímica, estando en este grupo los compuestos por agentes tensoactivos y secuestrantes (Casp & López, 2004). Por lo que exponemos la siguiente clasificación:

1. Álcalis cáusticos y no cáusticos.
2. Ácidos inorgánicos y orgánicos.
3. Surfactantes
4. Secuestrantes
5. Limpiadores con cloro activo
6. Limpiadores a base de enzimas

2.2.2.2.1 Álcalis cáusticos y no cáusticos

Estos detergentes poseen un pH entre 7.01 y 14, tienen buenas propiedades emulsionantes por lo que suelen utilizarse en la industria cárnica con la finalidad de disolver grasas y proteínas. La efectividad de estos productos radica en su capacidad de liberar iones OH⁻ (hidroxilo) de alto poder germicida en soluciones acuosas.

De los cáusticos se pueden mencionar principalmente:

- *hidróxido sódico* (sosa cáustica): es el más fuerte de los álcalis y más barato, elimina numerosas suciedades orgánicas por saponificación y facilita su solubilización sin embargo, al ser altamente corrosivo suele utilizarse mezclado con otros productos (Casp & López, 2004) por lo que debe tenerse cuidado al manipularlos pues puede producir quemaduras en la piel. Debe emplearse ropa, lentes protectores y guantes de goma resistentes.
- *ortosilicato sódico* y *sesquisilicato sódico*: tienen una buena capacidad saponificante y ambos son eficaces limpiadores del material proteico.

De los álcalis no cáusticos:

- *metasilicato sódico*: es un álcali fuerte pero no es cáustico y por lo tanto, es mucho menos corrosivo que el hidróxido sódico, de hecho, suprime el efecto corrosivo del hidróxido sódico. Es un buen agente de limpieza al poseer capacidades dispersantes y



emulsificantes eficaces y ser fácilmente enjuagable; tiene el inconveniente de ser relativamente costoso.

- ▣ *carbonato sódico* y *fosfato trisódico*: el primero es un detergente relativamente débil, algo corrosivo y precipita las sales cálcicas y magnésicas de las aguas duras. Es económico y posee un buen poder tampón (estabiliza el pH), por eso frecuentemente se incorpora en fórmulas de detergentes. El *fosfato trisódico* es un buen emulsionante y saponificante, dotado de fuertes propiedades dispersantes, tiene la habilidad de ablandar el agua precipitando sus sales como floculos y no como partículas.

En la siguiente tabla se resumen las características de estos limpiadores.

Tabla 3. Características de los principales compuestos limpiadores alcalinos.

Compuesto limpiador	Tipo de limpiador	Propiedades	Características	Desventajas
Hidróxido de sodio	Fuertemente alcalino	-Disolvente. -Excelente dispersante. -Destruye suciedades orgánicas por saponificación.	-Incoloro a amarillo claro. -Espuma nula. -pH 13.3. -El más económico. -Efectivo para combatir bacterias, parásitos y virus.	-Limitado poder emulsionante. -Formación de película fina difícil de eliminar. -Corrosivo. -Difícil de enjuagar. -No se puede utilizar en aluminio ni latón.
Metasilicato de sodio	Alcalinidad media	-Humectante. -Emulsionante. -Defloculante -Saponificante.	-Poca producción de espuma. -No cáustico. Fácilmente enjuagable. -pH: 12.8 -No irritante.	-Costoso
Ortosilicato sódico	Alcalinidad media	-Alto poder saponificante. -Buen emulsificante. -Buen dispersante.	-pH: 12.6	-Mala capacidad humectante. -Corrosivos para aluminio.
Fosfato trisódico	Alcalinidad media	-Excelente poder emulsionante. -Excelente dispersante. -Ayuda a disminuir la dureza del agua.	-Producción baja de espuma. -No cáustico. -pH: 11.8	-Corrosivo -Mala capacidad humectante. -Difícil de enjuagar por lo que necesita enjuague minucioso.
Carbonato sódico	Alcalinidad media	-Reblandecedor de agua. -Medianamente emulsificante.	-De bajo costo -No cáustico -pH:11.3	-No es buen agente limpiador cuando se utiliza solo. -Actividad germicida débil. -Necesita enjuague minucioso.

(Casp & López, 2004)

2.2.2.2 Ácidos inorgánicos y orgánicos

- ✚ Los *ácidos inorgánicos* se emplean poco en la industria alimentaria pues son muy corrosivos y pueden causar quemaduras graves. Antiguamente se empleaba el *clorhídrico*, *sulfúrico* y *nítrico* para eliminar precipitados de agua dura y otros depósitos minerales pero fueron sustituidos por los ácidos orgánicos (García, 2010; Marriott, 2003).



- ✚ Los *ácidos orgánicos* que se incorporan a las fórmulas de detergentes son: *glucónico, hidroxiaacético, cítrico y tartárico* los cuales son poco corrosivos, fáciles de enjuagar, pueden eliminar incrustaciones y disolver costras. Son muy utilizados para prevenir el desarrollo microbiano ya que poseen acción bacteriostática debido a que el pH intracelular es cercano a la neutralidad, el ácido se disocia dentro de la célula acidificando el interior celular causando efectos inhibidores de reacciones enzimáticas y sistemas de transporte (Garmendia & Vero, 2007).

2.2.2.2.3 Surfactantes

También conocidos como detergentes de superficie activa o tensoactivos porque disminuyen la tensión superficial del agua favoreciendo el humedecimiento de las partículas de suciedad, a la vez que las libera y suspende en el agua (García, 2005).

Tienen 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, lo que constituye el fundamento de su acción limpiadora (Forsythe & Hayes, 2012). No son corrosivos, ni irritantes, son de fácil enjuague y solubles en agua fría, además, no son afectados por el agua dura y muchos son estables en condiciones ácidas y alcalinas (Forsythe & Hayes, 2012). Son excelentes agentes emulsionantes y tienen buenas propiedades humectantes.

El surfactante clásico es el **jabón**, está constituido por sales potásicas o sódicas de los ácidos grasos, como el esteárico, palmítico y oleico; son eficaces con el agua blanda ya que con agua dura originan precipitados con las sales de calcio y magnesio además, tienen menor solubilidad en agua fría; por estas razones han sido sustituidos en gran parte por los detergentes sintéticos quienes pueden agruparse de la siguiente manera dependiendo de su carga eléctrica cuando están en solución: *aniónicos, catiónicos, no iónicos y anfotéricos*.

- Ⓢ *Agentes surfactantes aniónicos*: son compuestos en los que predominan las cargas negativas cuando se encuentran en solución acuosa. El jabón es un ejemplo de surfactante aniónico pero, como se ha mencionado, presenta una serie de propiedades que limitan mucho su empleo. Producen grandes cantidades de espuma sobre todo cuando se origina turbulencia lo que dificulta la limpieza por medio de sistemas automáticos, por ejemplo, en sistemas de limpieza CIP (Cleaning in Place); no poseen ninguna propiedad bactericida.

Los principales surfactantes aniónicos empleados actualmente son los **alquilsulfatados** (una cadena de 12 a 18 tomos de carbono saturados de hidrógeno=cadena alquílica) y los **alquil benceno sulfonatos**. Las porciones hidrofílicas de las moléculas están representadas, respectivamente, por los grupos alquilo (por ejemplo, laurilo) y benceno, mientras que las hidrofílicas las constituyen sulfatos y sulfonatos; los cationes son comúnmente sodio o potasio (García, 2005).



- Ⓢ *Agentes surfactantes no aniónicos:* no poseen carga alguna asociada a la solución acuosa (no se disocian), por lo que son efectivos en condiciones alcalinas y ácidas. Son emulsionantes poderosos a los que no les afecta el agua dura y varían mucho en sus características espumantes.
- Ⓢ *Agentes surfactantes catiónicos:* son pobres como humectantes, predominan las cargas positivas en solución acuosa. Son por lo general compuestos de amonio cuaternario considerados también como desinfectantes.
- Ⓢ *Agentes surfactantes anfóteros:* cuando la carga predominante varía, según prevalezcan las condiciones ácidas o alcalinas, el surfactante se denomina anfotérico. Un ejemplo es la *dodecil di aminoetil glicina* cuya actividad detergente corresponde al estado aniónico. Los agentes anfóteros son emulsionantes relativamente buenos, siendo estables tanto en ácidos como en álcalis y tolerantes al agua dura; además presentan actividad bactericida, sin embargo son relativamente costosos.

2.2.2.2.4 Secuestrantes

Son compuestos orgánicos multifuncionales que tienen la propiedad de fijar los iones alcalino-térreos (responsables de la dureza del agua) y los metales, evitando su precipitación o deposición sobre las superficies (Bouix & Leveau, 2002).

Estos pueden dividirse en: *secuestrantes orgánicos e inorgánicos*. En la siguiente tabla se describen los utilizados comúnmente.

Tabla 4. Características de los compuestos limpiadores secuestrantes.

Compuesto limpiador	Tipo de limpiador	Propiedades	Características	Desventajas
<i>Polifosfato tetrasódico.</i>	Inorgánico.	-Ataca como precipitante. -Secuestra mejor el calcio que el magnesio. -Ablandador de agua.	-económicos. -Producción baja de espuma. -Fácil de enjuagar. -No corrosivo -No irritante.	-Inestable al calor (T° < a 60°C) pierde su poder secuestrante formándose <i>ortofosfato</i> (y soluciones alcalinas).
<i>Tripolifosfato sódico</i>	Inorgánico.	-No origina precipitaciones. - Elimina iones de calcio y magnesio por medio de un complejo.	-Económico -Producción baja de espuma. -Fácil de enjuagar. -No corrosivo ni irritante.	N/A
<i>Ácido-etil-diamintetraacético (EDTA).</i> <i>Ácido nitriloacético (NTA)</i>	Orgánico.	-Acondicionan el agua. -Dispersantes. -Secuestran el calcio y magnesio. -Solubles.	-Estables a T° > a 60°C. -Aumenta su propiedad a medida que aumenta el pH. -Producción baja de espuma. -Fácil de enjuagar.	-Costosos.

(Casp & López, 2004)



2.2.2.2.5 Limpiadores con cloro activo

Son eficaces en la eliminación de suciedades de carbohidratos y proteínas, ya que atacan agresivamente estos nutrientes y los modifican químicamente para hacerlos más sensibles a los compuestos restantes. Tienen la facultad de romper enlaces químicos originando la formación de moléculas más pequeñas y más solubles, con lo que aumenta la velocidad y eficiencia de la limpieza.

1.2.2.2.6 Limpiadores basados en enzimas

Rompen la suciedad en fragmentos más pequeños y ayudan a su eliminación al destruir los puntos de anclaje de los microorganismos; estos limpiadores reciben el nombre de proteasas porque desdoblan la proteína y funcionan mejor en medio alcalinos. Ofrecen buenas perspectivas de utilidad porque no contienen cloro ni fosfatos y por ello son menos corrosivos que los clorados; pueden reducir el pH del medio (Marriot, 2003).

1.2.3 Métodos de limpieza

1.2.3.1 Manual

Consiste en eliminar la suciedad con una solución detergente empleando el esfuerzo físico como el frotado, la agitación y la aplicación de presión. Actualmente, la mayoría de la maquinaria de procesado, paredes y suelos de las fábricas de alimentos se limpian manualmente; en el comercio se dispone de una serie de utensilios y aparatos mecánicos que hacen más fácil esta labor. En la Tabla 5 se resumen algunos de los materiales utilizados para este tipo de limpieza.

Es importante que todos los materiales utilizados sean identificados por colores según su uso para evitar contaminación cruzada (Marriott, 2003). A pesar de que con esta técnica de limpieza pueden eliminarse todas las suciedades; el tiempo, el costo y el personal necesario para realizar la operación son elevados. Debe proporcionársele al personal un equipo de limpieza completo y variado, para que la limpieza se vea facilitada al utilizar un instrumento específico para cada operación.

1.2.3.2 A base de espuma

Se ha popularizado últimamente en paredes, suelos, zonas inaccesible, utensilios y grandes superficies; en este tipo de limpieza se adiciona un agente espumante a la fórmula detergente para que por medio de una boquilla y aire a presión, se produzca una espuma densa muy persistente, la cual permite que el detergente contacte bastante tiempo con la suciedad; esto se ve facilitado por las propiedades adhesivas de la espuma que incluso se mantiene pegada a las superficies verticales, siempre que éstas estén sucias. La espuma se deja actuar de 10 a 20 minutos y su eliminación se realiza por simple y fácil enjuague (Forsythe & Hayes, 2012).



Las ventajas de limpieza con espuma son que se necesita menos solución de limpieza puesto que una parte de agua se convierte en diez de espuma; el nivel de ruido es escaso, hay ausencia de vibraciones, ninguna formación de aerosoles y el operario no tiene contacto con la solución limpiadora (Wildbrett, 2000).

Tabla 5. Materiales utilizados en la limpieza manual

Material	Características
Cepillos manuales 	Deben adaptarse al relieve de la superficie a limpiar y sus cerdas tienen que ser lo más fuertes posibles sin que lleguen a dañar la superficie. Se fabrican de diversos materiales como el nylon; estos tienen fibras fuertes y flexibles de diámetro uniforme, duraderas y que no absorben agua.
Escobas 	Al igual que los cepillos, pueden ser de distintos materiales como cerdas de pelo de caballo, de cerdo, fibra y nylon el más utilizado es este último. Pueden ser de tipo Flaubert, en T, etc..
Raspadores, esponjas y rodillos 	A veces se necesitan rascadores para eliminar costras muy adheridas, sobre todo en pequeñas operaciones. Esponjas y rodillos son de máxima eficacia utilizados en la limpieza de tanques que sirven de depósito de producto, estos se utilizan cuando la operación es de volumen insuficiente para justificar la limpieza mecanizada.

(Juárez & Pacheco, 2005)

2.2.3.3 Con ultrasonido

Esta técnica es muy costosa y ruidosa, se emplea en piezas pequeñas y delicadas del equipo como las de plástico, que de otra forma serían difíciles de limpiar o que se dañarían con las técnicas de limpieza tradicional. Se sumergen cestillos de alambre con el artículo a limpiar, o bien, los objetos atraviesan un baño que contiene una cinta transportadora con soluciones detergentes a 60-70°C, un generador ultrasónico convierte la fuerza eléctrica en energía eléctrica de alta frecuencia (30 000-40 000 ciclos/segundo) y transductores convierten la energía en vibraciones mecánicas ultrasónicas; estas vibraciones dan lugar a millones de burbujas de vacío microscópicas que explotan formando torbellinos en la solución de detergente, este proceso conocido como cavitación, es el responsable del efecto limpiador (García E., 2010).

La duración del tratamiento es relativamente corto (20 segundos a 4 minutos) y por lo general se acompaña de otras técnicas en el prelavado y post enjuagado, como inmersión, lavado a chorro o bañado. Una de sus ventajas es que alcanza a limpiar poros y hendiduras finas gracias a las vibraciones mecánicas (García E., 2010).



2.2.3.4 Pulverización a alta presión y bajo volumen

Se lleva a cabo por medio de la impulsión automática del compuesto limpiador a través de una boquilla que genera spray a alta presión. Un equipo de alta presión y bajo volumen cuenta con una bomba de alta presión impulsada por aire o motor, un contenedor para el compuesto limpiador y un tubo de aplicación con boquilla. La bomba incorporada genera la presión necesaria al tubo de aplicación, mientras que la boquilla regula la presión y el volumen.

El equipo ideal de alta presión y bajo volumen aporta la disolución limpiadora a 55°C con una presión de 20 a 85kg/cm² y de 8 a 12L/min, dependiendo de las características del aparato y del diseño de la boquilla (Marriot, 2003), a partir de 71 kg/cm² se pueden provocar daños en los objetos o instalaciones a limpiar, como deformaciones (en paredes de espuma o plástico), arrancado de materiales de juntas y en casos extremos, sobre todo si se trabaja con soluciones ácidas, desprendimiento de losetas (Wildbrett, 2000). La velocidad o fuerza con que la solución limpiadora choca contra la superficie es el factor principal que contribuye a la eficacia de este tipo de limpieza y se emplea con gran éxito en la limpieza de suelos, de las superficies de algunas paredes y de las partes externas de ciertas zonas del equipo (Forsythe & Hayes, 2012), este equipo es necesario para reducir el consumo de agua y compuesto limpiador.

1.2.3.5 Pulverización a baja presión y alto volumen

Es la aplicación de agua o una solución detergente en grandes volúmenes a presiones de 6.8kg/cm² (Wildbrett, 2000), con presiones bajas, en ocasiones no se alcanzan todas las superficies a limpiar produciéndose ausencia de solución limpiadora en orificios.

Tiene poca utilidad en las industrias de alimentos y en el mejor de los casos su empleo se limita a suelos, aunque por el efecto de la fuerza mecánica puede eliminar la suciedad de partes de la maquinaria difícilmente accesibles por otros medios (Forsythe & Hayes, 2012).

2.2.3.6 Limpieza in situ (Cleaning In Place)

Las siglas CIP se refieren a las iniciales en inglés de Cleaning In Place, que significa limpieza en sitio, este método realiza una limpieza de partes completas de una planta o de circuitos de tuberías, realizada sin desmontar o abrir un equipo y con poca o ninguna intervención manual del operador (Ramírez, 2006).

Es un sistema de limpieza fijo en la planta que proporciona aportes de vapor a presión y de agua de enjuagado, así como soluciones de detergentes y desinfectantes desde un sistema denominado central, en el que los líquidos de limpieza se bombean y envían a todas las partes de la factoría. Implica la circulación secuencial del agua, de los detergentes y de los desinfectantes por la tubería y del equipo de procesado que no se desmonta.

Se debe asegurar un alto grado de turbulencia de los fluidos de limpieza en todas las superficies a limpiar, es decir, la fuerza mecánica generada por el flujo de líquido por las



turbulencias y por las cabezas nebulizadoras, ayuda a la eliminación de la suciedad de las superficies que contactan con los alimentos.

El procedimiento general es el siguiente:

- a) Prelavado con agua fría, para eliminar la suciedad gruesa.
- b) Circulación de detergente para eliminar la suciedad residual.
- c) Lavado intermedio con agua fría para arrastrar el detergente.
- d) Circulación de desinfectante para la reducción de cualquier microorganismo residual a niveles permitidos.
- e) Lavado con agua fría para arrastrar el desinfectante.

Las ventajas de este sistema son:

- 1) Menor costo de mano de obra.
- 2) Funcionamiento más económico por un aprovechamiento óptimo de las soluciones de limpieza y desinfección.
- 3) Mejores estándares de higiene al seguirse exactamente los programas de limpieza y desinfección.
- 4) Menos fugas y menos desgaste mecánico de tuberías y equipo al no tener que desmantelarlos y montarlos continuamente.
- 5) Mayor seguridad al disminuir la manipulación de materias peligrosas como álcalis y ácidos fuertes y evita la necesidad de penetrar en los grandes depósitos y de limpiarlos manualmente.

2.2.3.7 Limpieza fuera del sitio (Cleaning Out Place)

Las siglas COP se refieren a las iniciales en inglés de Cleaning Out Place, que significa limpieza fuera del sitio, este es un equipo que se utiliza en la limpieza de otro equipo, cuenta con un montaje de cepillado y otro para enjuagado. Los artículos a limpiar se colocan en una máquina lavadora y se bombean detergentes y agentes de limpieza a través de los mismos, la aplicación de fricción ayuda en la función limpiadora y debe hacerse a temperatura entre 60-80°C.

Se lleva a cabo por medio del siguiente procedimiento:

- a) Pre-enjuague con agua a una temperatura de 35-40°C.
- b) Circulación de una solución limpiadora alcalina clorada aproximadamente por un periodo de tiempo de 10 a 15min a 60-80°C.
- c) Enjuague posterior con agua a temperatura ambiente.
- d) Secado completo del área.



2.3 DESINFECCIÓN

La limpieza y desinfección en la higiene de los alimentos tienen como propósito prevenir tanto las toxi-infecciones alimenticias como la alteración de los alimentos, cada una de estas operaciones juega un papel importante en el control de la existencia y difusión de los microorganismos (Hobbs & Roberts, 1997). El crecimiento microbiano se inhibe manteniendo condiciones higiénicas que reduzcan la existencia de los residuos que favorecen la proliferación bacteriana (Marriot, 2003). Un elemento esencial en la preparación de alimentos será el conocimiento de la naturaleza biológica y el comportamiento de los microorganismos, a partir de este conocimiento se podrá identificarlos medios a través de los cuales se puede prevenir la intoxicación alimenticia y la alteración de los alimentos (Hobbs & Roberts, 1997)

Existen múltiples definiciones de desinfección en las que todas tienen en común, considerar a la desinfección como la destrucción parcial de la biota existente.

Se tienen diferentes definiciones de desinfección tales como:

- ❖ Conjunto de operaciones que tiene como objetivo la reducción temporal del número total de microorganismos vivos y la destrucción de los patógenos alterantes (Hyginov, 2000)
- ❖ Los procesos implicados en la destrucción de la mayoría de los microorganismos de las superficies y del equipo, pero no necesariamente las esporas bacterianas. Aunque persistan algunos microorganismos viables que no afectan a la calidad microbiológica de los alimentos que contactan con las partes desinfectadas (Forsythe & Hayes, 2012).
- ❖ La eliminación de microorganismos que provocan enfermedad o su reducción a niveles inocuos mediante la aplicación de calor o compuestos químicos (Hobbs & Roberts, 1997).
- ❖ Es la reducción del número de microorganismos presentes, por medio de agentes químicos y/o métodos físicos, a un nivel que no comprometa la inocuidad o la aptitud del alimento, bebida o suplemento alimenticio (NOM-251-SSA1-2009).

Tomando en cuenta lo dicho por estos autores, consideramos a la desinfección como el conjunto de medidas o procedimientos técnicos (físicos, químicos o ambos tipos simultáneamente aplicados) puestos en práctica con el objeto de eliminar o reducir a un número aceptable los microorganismos patógenos y no patógenos, aunque no necesariamente la de las esporas bacterianas, presentes en las superficies de contacto con los alimentos.

Aunque persistan algunos microorganismos viables estos no deben resultar nocivos para la salud humana ni para la calidad microbiológica de los alimentos que contactan con las partes desinfectadas (Reuter, 1998).



2.3.1 Métodos

2.3.1.1 Desinfección térmica

Es el procedimiento más utilizado para destruir bacterias patógenas y responsables del deterioro de los alimentos. Los gérmenes resultan destruidos con la temperatura correcta si el objeto o superficie, se calienta durante el tiempo suficiente (Marriott, 2003), el mecanismo se basa en la desnaturalización irreversible de las enzimas y proteínas estructurales de las bacterias.

Puede aplicarse por medio de:

- a) *Vapor de agua*: el vapor saturado es un buen agente desinfectante y tiene la capacidad de destruir todos los microorganismos, salvo las esporas bacterianas más termorresistentes. Las superficies deben estar expuestas durante un lapso de 5 minutos como mínimo a una temperatura aproximada de 85°C, tiene el inconveniente que al condensarse el agua sobre los equipos o piezas de las estructuras desinfectadas, las pequeñas gotitas favorezcan el desarrollo de los gérmenes que aún continúan activos además de ser un proceso costoso.(Forsythe & Hayes, 2012).
- b) *Agua caliente*: los utensilios y piezas desmontables de equipos pueden ser sumergidos en agua que se mantenga a temperatura de desinfección durante un tiempo adecuado. La temperatura mínima es de 60°C, debajo de esta temperatura se necesitaran tiempos de contacto de unos 30 minutos para destruir la mayoría de las formas vegetativas bacterianas. Se recomienda exponer durante 2 minutos a los utensilios y durante 5 minutos a los equipos en agua a temperatura de 75 a 80°C. La temperatura del agua, el volumen y la velocidad de flujo determinaran el tiempo de exposición necesario (Marriott, 2003). La acción microbicida obedece a la desnaturalización de algunas de las moléculas proteicas de los gérmenes. El agua caliente puede ser un medio desinfectante eficaz y no selectivo para superficies de contacto con alimentos; sin embargo, las esporas pueden sobrevivir más de una hora a temperatura de ebullición (Marriott, 2003; NOM-093-SSA1-1994).

2.3.1.2 Desinfección química

Consiste en la utilización de una sustancia química denominada desinfectante con el objetivo de eliminar o reducir los niveles de las formas bacterianas vegetativas, así como la mayoría de los virus y hongos de una superficie inanimada, alterando lo menos posible el sustrato donde residen (Marriott, 2003;Repáraz et al., 2000;). Desde un sentido técnico el desinfectante debe ser capaz de reducir el número de bacterias patógenas en un 99.999%, dentro de cierto tiempo.

Se pueden clasificar de acuerdo a:

1. Su efecto sobre los microorganismos.



- a) *Bactericidas o biocidas*: aquellos agentes desinfectantes que tienen la propiedad de matar microorganismos, la acción es irreversible.
 - b) *Bacteriostáticos o biostáticos*: desinfectantes que tienen la propiedad de inhibir la multiplicación de los microorganismos, su acción es reversible en cuanto se retira el desinfectante.
2. Su nivel germicida.
- a) *Germicidas de alto nivel*: son aquellos que matan gran número de endoesporas bacterianas; algunos de estos agentes también son bactericidas, fungicidas o virucidas. ejemplo: Glutaraldehído, formaldehído, ácido peracético y preparados de yodo.
 - b) *Germicidas de nivel intermedio*: no son esporicidas pero son eficaces en bacterias vegetativas, hongos y algunos virus.
 - c) *Germicidas de nivel bajo*: actúan contra formas vegetativas de bacterias y hongos. Ejemplo: agentes tensoactivos y agentes oxidantes.

2.3.2 Características de un buen desinfectante

Para obtener resultados satisfactorios en el proceso de desinfección es necesario tomar en cuenta las siguientes características químicas y físicas a la hora de elegir el compuesto desinfectante (Ramírez, 2006):

- ⊗ Tener amplio espectro biocida. No todos los desinfectantes matan la totalidad de los microorganismos por eso es necesario saber que microorganismos pueden estar presentes en la superficie a desinfectar y si un determinado desinfectante es capaz de matarlos.
- ⊗ No debe crear resistencia con el uso prolongado.
- ⊗ Debe ser libre de olor, sabor, color extraño al ser absorbido o al reaccionar con el alimento.
- ⊗ No debe ser tóxico ni corrosivo para las superficies a tratar.
- ⊗ Ser efectivo en las condiciones de temperatura, tiempo de contacto, pH y grado de contaminación en que debe de ser utilizado.
- ⊗ Ser estable y fácilmente soluble en agua.
- ⊗ Eficaz en cualquiera que sea la calidad del agua empleada.
- ⊗ Eficaz en presencia de materia orgánica ya que la mayoría de los desinfectantes son inactivados en distintos grados por este motivo.
- ⊗ Ser estable tanto concentrado como diluido.
- ⊗ Económicamente competitivo y al emplearlo presentar una buena relación costo/efectividad.

2.3.3 Mecanismos de acción de los agentes desinfectantes

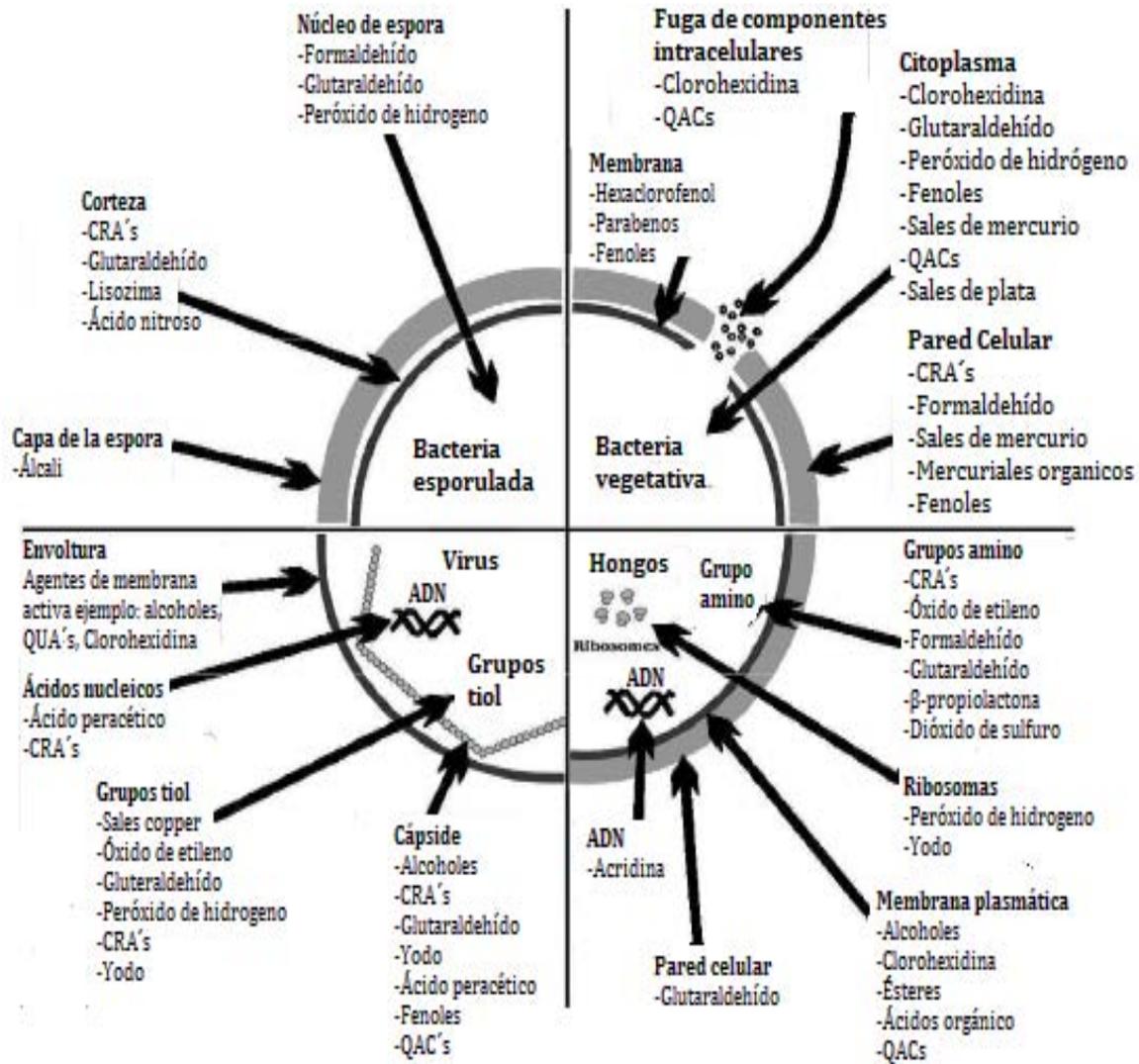
También es necesario conocer sobre que estructura o mecanismo vital de los microorganismos actúan las sustancias desinfectantes para no solamente lesionar, sino



eliminar por completo la bacteria (Troya, 2007). A continuación se presentan algunos mecanismos de acción (Puig-Durán, 2002):

- ⊗ *Por degeneración de la membrana citoplasmática, extrusión del citoplasma y deterioración de la pared celular:* tensoactivos anfotéricos y sales de amonio cuaternario.
- ⊗ *Por desnaturalización o precipitación de las proteínas citoplasmáticas de las células:* fenoles, alcoholes y sales de amonio cuaternario.
- ⊗ *Por inactividad de las enzimas:* sales de plata y sales de mercurio.
- ⊗ *Por aumento de la concentración de iones hidrógeno o hidroxilos:* ácidos y álcalis.
- ⊗ *Por acción reductora:* peróxido de hidrógeno, permanganato potásico y productos halogenados.
- ⊗ *Por acción en las esporas bacterianas:* La presencia de ácido dipicolínico hace a estas formas más resistentes a los desinfectantes que las formas vegetativas. Algunos desinfectantes activos, oxidantes como el peróxido de hidrógeno y el cloro, son capaces de desestabilizar este compuesto en las esporas. Sin embargo pocos desinfectantes químicos son esporicidas, muchos bactericidas fuertes, como sucede en el caso de los fenoles o los derivados de amonio cuaternario poseen un escaso efecto sobre la viabilidad de las esporas y pueden inhibir determinados estadios del ciclo esporogénico (Gardner & Peel, 1998).

En la figura 1 se esquematiza que parte de la bacteria atacan ciertos compuestos biocidas.



CRA's= agentes relacionados con cloro, QAC's=compuestos de amonio cuaternario

Figura 1. Mecanismo de inactivación de los microorganismos por biocidas(Cloete, 2003).

1.3.4 Desinfectantes utilizados en la industria de alimentos

Los agentes desinfectantes utilizados en la industria de alimentos no deben provocar cambios en la composición química, ni en propiedades sensoriales de los alimentos. Tampoco deben ser la causa de deposición de residuos insalubres o de corrosión en las instalaciones; para



mayor eficacia deben incluir actividad bactericida, fungicida y virucida, con efecto a corto plazo incluso a bajas temperaturas (aproximadamente 10 °C) (Reuter, 1998).

Su eficacia se reduce por la presencia de suciedad y de otros factores que a continuación se enlistan:

- a) *Tiempo de exposición*: la carga microbiana y la sensibilidad de la población bacteriana al desinfectante debida a la edad, formación de esporas y otros factores fisiológicos, determinan el tiempo requerido para que el desinfectante sea eficaz.
- b) *Temperatura*: los desinfectantes actúan mejor con temperatura igual o superior a la ambiental, teniendo como rango óptimo 20°C-40°C. Elevar más la temperatura disminuye la tensión superficial, aumenta el pH, reduce la viscosidad y origina otros cambios que pueden facilitar la penetración de la sustancia química a los gérmenes (Marriot, 2003) pero algunos desinfectantes pueden inactivarse a temperaturas excesivas.
- c) *Concentración del producto*: la eficacia de un agente no está normalmente relacionada proporcionalmente con su concentración; un aumento pequeño de su concentración puede ocasionar un incremento exponencial de su eficacia, por encima de este punto, puede que su eficacia no incremente en lo absoluto la velocidad de destrucción. A veces un agente es más eficaz a concentraciones bajas, tomando en cuenta como ejemplo el etanol al 70% es más eficaz que al 95% pues su actividad aumenta en presencia de agua (Bouix & Leveau, 2002) es por eso que las concentraciones deben determinarse mediante cuidadoso estudio de las propiedades tanto del desinfectante como de los gérmenes de forma *in vitro* y por experimentaciones prácticas a nivel de campo (García, 2010).
- d) *pH*: la actividad de los agentes antimicrobianos se lleva a cabo en un lugar determinado dentro de una zona concreta de pH, esta actividad se ve influenciada por cambios relativamente pequeños del pH del medio.
- e) *Dureza del agua*: a medida que aumenta la dureza del agua, decrece la eficacia de los desinfectantes.
- f) *Adherencia bacteriana*: la adherencia de ciertas bacterias a una superficie sólida, y otros factores como una nutrición limitada, producen una mayor resistencia al cloro (Marriott, 2003).

2.3.4.1 Clasificación

Los desinfectantes químicos disponibles para ser utilizados en el procesamiento de alimentos varían en su composición química y actividad, dependiendo de las condiciones donde van a ser aplicados, si bien son muchos los productos químicos bactericidas formulados a partir de



una cuantía limitada de ingredientes activos y aunque existe en el mercado un elevado número de estos, los empleados en la industria de alimentos son los siguientes:

- A. Halógenos
 - a. Compuestos que liberan cloro
 - b. Yodóforos
- B. Oxidantes
 - a. Ácido peracético
 - b. Peróxido de hidrógeno
- C. Componentes Tensoactivos
 - a. Anfóteros
- D. Base de Amonio Cuaternario
- E. Aldehídos
 - a. Glutaraldehído

2.3.4.1.1 Halógenos

La reactividad de los halógenos y de sus derivados se debe a su potente poder oxidante para atacar y destruir las sustancias orgánicas, todos los halógenos sirven perfectamente para operaciones de desinfección, entre los más utilizados se encuentra el cloro y el yodo (Bouix & Leveau, 2002).

a) Compuestos que liberan cloro

Son los productos más utilizados en la industria cárnica, tienen un espectro de acción muy amplio, actúan sobre bacterias Gram positivas y Gram negativas, sobre las esporas de los mohos e incluso tienen cierto efecto sobre virus y esporas bacterianas.

El más utilizado es el *hipoclorito de sodio* (NaOCl) que se vende en el comercio como líquido concentrado que contiene aproximadamente 10-14% de cloro disponible, es relativamente inestable a la temperatura y a la luz, en este caso, los derivados clorados en forma de polvo, son más estables y sensibles a la humedad. El cloro disponible del hipoclorito de sodio y otros agentes químicos que liberan cloro reaccionan rápidamente con la materia orgánica y se inactivan por esta (Forsythe & Hayes, 2012; Rojas, 2007).

Como se mencionó, el espectro microbiano de los hipocloritos es muy amplio, en la tabla 6 se muestra el porcentaje de inactivación que puede llegar a ejercer frente a microorganismos que comúnmente encontrados en la industria cárnica.



Tabla 6. Condiciones de inactivación de algunos microorganismos con Hipocloritos.

Microorganismo	Concentración (ppm)	pH	Temperatura (°C)	Tiempo de exposición	Inactivación (%)
<i>Aerobacter aerogenes</i>	0.01	7.0	20	5 min	99.8
<i>Staphylococcus aureus</i>	0.07	7.0	20	5 min	99.8
<i>Escherichia coli</i>	0.01	7.0	20	5 min	99.99
<i>Salmonella paratyphi B</i>	0.02	7.0	20	5 min	99.99
<i>Salmonella derby</i>	12.5	7.0	25	15 s	>99.99
<i>Lactococcus</i>	6	8.4	25	15 s	>99.99

(Bouix & Leveau, 2002; Casp & López, 2004; Marriott, 2003)

A continuación se mencionan algunas ventajas y desventajas de los hipocloritos:

Ventajas

- ⊗ Relativamente baratos.
- ⊗ Acción rápida.
- ⊗ Inalterados por las sales de las aguas duras.
- ⊗ Residuo inofensivo.
- ⊗ Espectro de acción amplio.
- ⊗ No manchan.
- ⊗ Fáciles de preparar y manejar.

Desventajas

- ⊗ Inestables durante almacenamiento.
- ⊗ Inactivos en presencia de materia orgánica.
- ⊗ Corrosivos.
- ⊗ Irritan la piel.
- ⊗ Su eficacia disminuye si aumenta el pH de la dilución.
- ⊗ No deben ser mezclados con compuestos ácidos (detergente).

Hay otros compuestos que liberan cloro que se emplean en menor extensión como:

- ♣ *Cloro gaseoso*: se usa para la desinfección de los aportes de agua y también en ciertas aplicaciones de la industria alimentaria, para su empleo debe inyectarse en el agua a una velocidad constante mediante un aparato "clorador".
- ♣ *Fosfato trisódico clorado*: se disuelve en agua y da una solución tamponada de hipoclorito; es relativamente caro, se incorpora a menudo en los preparados en polvo. Su contenido de cloro es bajo (4%) aunque es menos corrosivo que los hipocloritos y es más fácil de manejar.
- ♣ *Cloraminas orgánicas*: son la reacción del cloro con amonio o con compuestos orgánicos nitrogenados (Castro, 2002) son más estables en presencia de materia orgánica que los hipocloritos y menos irritantes, pero por el contrario tienen un costo superior. A pesar de su contenido de cloro disponible (25-30%) son bactericidas más débiles, salvo a pHs mayores de 10, liberan cloro lentamente y se emplean frecuentemente cuando el utillaje y equipo deben sumergirse mucho tiempo en soluciones que liberen cloro, debido a que son poco corrosivas, sin embargo necesitan



enjuagarse bien después de su aplicación, a menudo se combinan con los detergentes alcalinos para obtener detergentes-desinfectantes.

El efecto desinfectante del cloro gaseoso, el hipoclorito de sodio y los derivados clorados se debe a la liberación de cloro libre (Cl_2); a su vez el Cl_2 reacciona con el agua para dar *ácido hipocloroso* que a pH ácido o neutro es un oxidante fuerte; provoca la oxidación de las proteínas de la pared celular, de la membrana citoplasmática y del citoplasma de las bacterias, las paredes de las esporas bacterianas son igualmente atacadas (Casp & López, 2004). Por lo tanto, la fuerza desinfectante es directamente proporcional a la concentración de HOCl presente en ellos. Algunos mecanismos de acción de los compuestos clorados que se han propuestos son:

- Interrupción de la síntesis proteica.
- Descarboxilación oxidativa de aminoácidos a nitritos y aldehídos.
- Reacciones con ácidos nucleicos, purinas y pirimidinas.
- Desequilibrio metabólico consecuente con la destrucción de enzimas claves.
- Inducción de alteraciones del ácido desoxirribonucleico (ADN) con la subsecuente pérdida de capacidad de transformar ADN.

b) Yodóforos

Las combinaciones formadas entre el yodo y un agente de superficie activa (que actúa como transportador del yodo) se denominan yodóforos, estos productos portadores de yodo llegan a contener hasta el 30% de este elemento (Ramírez, 2006). Pueden ser considerados como detergentes-desinfectantes aunque el poder detergente depende de la cantidad de surfactante de la mezcla.

Desarrollan una intensa actividad bactericida en medio ácido (pH de 3 a 5) por lo que pueden dar problemas de corrosión (García, 2005). Tienen un amplio espectro de actividad, actúan sobre bacterias, virus, protozoos, hongos, levaduras y esporas. El yodo va a ser liberado progresivamente para penetrar rápidamente en las paredes de la célula de los microorganismos y actuar sobre sus proteínas estructurales, el ácido nucleico y la interrupción de su síntesis (Jiménez, 2012). En la Tabla 7 se presenta el porcentaje de inactivación que tienen estos desinfectantes sobre algunas bacterias patógenas, por ejemplo la *Escherichia coli* que requiere una baja concentración de yodo y poco tiempo de exposición para obtener buenos resultados.

Normalmente se utilizan en la limpieza y desinfección de equipos y superficies, sistemas CIP (se debe usar un surfactante de baja espuma) y en la desinfección de material y de los circuitos de tuberías.



Tabla 7. Condiciones de inactivación de varios microorganismos por yodóforos.

Microorganismo	Concentración (ppm)	pH	Temperatura (°C)	Tiempo de exposición	Inactivación (%)
<i>Escherichia coli</i>	6	5.9	25	30 s	>99.999
<i>Lactococcus</i>	6	5.0	25	60 s	>99.999
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	6	6.8	25	15 s	>99.999
<i>Cándida spp.</i>	25	3.1	25	15 s	>99.999
<i>Bacillus subtilis</i>	100	2.3	21	24 min	99.000
<i>Bacillus cereus</i>	100	2.3	21	12 min	99.000

(Bouix & Leveau, 2002; Casp & López, 2004; Marriott, 2003)

A continuación se enlistan algunas ventajas y desventajas que presenta este tipo de desinfectantes:

Ventajas

- ✚ Buena estabilidad.
- ✚ Bactericidas-fungicidas-virucidas (excepto esporas bacterianas).
- ✚ Eficaz con aguas duras.
- ✚ Activos a baja temperatura.
- ✚ Propiedades de penetración y difusión.
- ✚ Su naturaleza ácida impide la formación de películas minerales.
- ✚ Menos sensibles que los hipocloritos a la materia orgánica.

Desventajas

- ✚ Coloración en materiales plásticos.
- ✚ Costo elevado (más caros que el cloro).
- ✚ Debe usarse por debajo de 40°C para evitar sublimación.
- ✚ La eficiencia disminuye cuando aumenta el pH (mayor actividad bactericida a pHs de 3 a 5).
- ✚ Formadores de espuma.
- ✚ Requieren de un buen enjuague.

2.3.4.1.2 Oxidantes liberadores de oxígeno

Entre los compuestos que liberan oxígeno está el *peróxido de hidrógeno* y el *ácido peracético*, eficaces a bajas concentraciones y bajo condiciones adversas tales como frío y presencia de materia orgánica. Deben su propiedad desinfectante al poder oxidante que presentan, poseen un amplio espectro de actividad microbiana, actúan sobre los puentes sulfuro y atacan la mayor parte de los sitios celulares de manera selectiva y global; rompen los enlaces intermoleculares de las enzimas y compuestos membranales por ruptura oxidativa, pero tienen la desventaja de causar irritación en la piel y membranas mucosas, además de que pueden provocar corrosión de algunas herramientas y equipos (Castro, 2002).

a) Peróxido de hidrógeno

Conocido también como agua oxigenada, es un agente antimicrobiano muy utilizado en la industria de alimentos debido a que sus residuos no son contaminantes pues al actuar se descompone en agua y oxígeno. Puede utilizarse en toda clase de superficies, equipos, suelos, paredes, cintas transportadoras y en combinación con otros procesos es empleado para tratar



superficies de contacto con alimentos, como es la desinfección de envases (Marriott, 2003), otra forma de utilización es en combinación con ácido peracético para esterilizar maquinarias.

Es seguro sobre materiales como el acero, cromo-níquel y aluminio a las concentraciones de aplicación: 0.3 a 3%. Son inestables con álcalis, contaminantes orgánicos y fierro. Es activo frente a bacterias y virus, según la concentración y condiciones de utilización. Estudios *in vitro* de soluciones de peróxido de hidrógeno al 3% han demostrado amplio espectro de eficacia, con mayor actividad frente a bacterias Gram positivas. Este compuesto produce la formación de radicales libres hidroxilos, que contribuyen a desestabilizar las moléculas celulares, llegan a matar esporas si se utilizan a concentraciones tan altas como del 25 al 50% y a temperaturas de 60 a 100 °C(Vignoli, 1995).

b) Ácido Peracético

Es el representante principal de los agentes oxidantes liberadores de oxígeno, es una mezcla de ácido acético y peróxido de hidrógeno en solución acuosa. Es un líquido transparente sin capacidad espumante con olor picante y lacrimógeno, es muy reactivo y causa quemaduras. No le afecta la materia orgánica y las aguas duras. Representa una excelente propiedad de desinfección a temperatura ambiente y a bajas concentraciones eliminando formas vegetativas de todos los tipos de microorganismos y también endoesporas del *Bacillus* y del *Clostridium* las cuales son difíciles de destruir, los virus y hongos también son inhibidos con el ácido peracético(García, 2005).

Este compuesto reacciona con las proteínas de las paredes de las células y penetra dentro de ellas como un ácido disociado; aquí tiene un efecto de oxidación sobre todos los constituyentes destruyendo en forma irreversible el sistema causando la muerte de la célula.

No es contaminante ya que se descompone en ácido acético, peróxido de hidrógeno y oxígeno por lo que es considerado como “amigable al ambiente”, no corroe el acero, cromo-níquel, aluminio ni fierro estañado, ataca ligeramente al cobre, bronce y latón. No mancha y si se almacena concentrado resulta estable durante largo tiempo, además, por requerir bajas concentraciones su costo es moderado (Fernández, Kyanko, Russo & Pose, 2010).

2.3.4.1.3 Compuestos de amonio cuaternario

Estos compuestos con frecuencia son conocidos como “quats” o “QACs” (Quaternary Ammonium Compounds) son esencialmente sales de amonio con algunos o con todos los átomos de hidrógeno del ion $(NH_4)^+$ sustituidos por grupos alquilo o arilo; el anión es generalmente un cloruro o bromuro (ver figura 2).Donde R1, R2, R3 y R4 representan uno o más grupos alquilo o arilo que sustituyen al hidrógeno y X- representa el haluro Cl- o Br-. El catión es la parte activa de la molécula, mientras que el anión sólo es importante en lo que concierne a la solubilidad de QAC. Los QACs más utilizados son el *bromuro de cetiltrimetilamonio* y *cloruro de laurildimetilbencil-amonio* (García, 2010).



Se ven poco afectados por la presencia de restos orgánicos, son inodoros, incoloros y no irritan la piel por lo que pueden manipularse con bastante seguridad, actúan como agentes humectantes con propiedades detergentes adicionales por esto son considerados como surfactantes sintéticos (Marriot, 2003). Mantienen su actividad en un intervalo de pH de 5 a 10, por encima de 10 y por debajo de 4 disminuyen notablemente su eficacia de acuerdo con la flora a combatir y las condiciones de empleo como las bajas temperaturas; son más efectivos frente a las bacterias Gram positivas salvo que se les haya añadido secuestrantes, no destruye las esporas bacterianas aunque previenen su desarrollo (Forsythe & Hayes, 2012).

Su mecanismo de acción se basa en que son sustancias que lesionan la membrana celular debido a que desorganizan la disposición de las proteínas y fosfolípidos, provocando la pérdida de su semipermeabilidad con salida de metabolitos de Nitrógeno y Fosfato desde el citosol. Es entonces cuando el detergente puede entrar al interior celular, con un efecto secundario de desnaturalización de proteínas (Marriott, 2003).

Son utilizados con frecuencia en la industria de alimentos en pisos, paredes, utensilios y equipos, las superficies adsorben el desinfectante y forman una película bacteriostática que actúa contra los microorganismos evitando el crecimiento subsiguiente de las bacterias residuales; poseen buena capacidad de penetrabilidad, lo que los hace valiosos para superficies porosas, son desinfectantes muy eficaces contra *L. monocytogenes*; también se manifiestan eficientes en frenar la proliferación de mohos (Marriott, 2003).

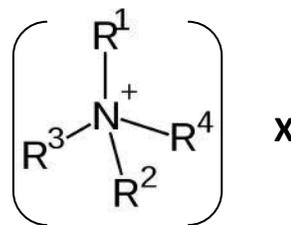


Figura 2. Estructura química de amonio cuaternario (Marriot, 2003).

2.3.4.1.4 Aldehídos

a) Glutaraldehído

Los productos formulados con glutaraldehído son utilizados específicamente para la desinfección a bajas temperaturas, son biocidas de amplio espectro y con eficacia frente a bacterias, mohos, virus, y también frente a micobacterias; además, cuando la solución es alcalina (pH 7,5 a 8,5) se activa y posee actividad esporicida. Actúan mediante la alquilación de los grupos químicos de las proteínas y ácidos nucleicos de las bacterias, virus y hongos. El glutaraldehído actúa sobre las proteínas por desnaturalización, y sobre los ácidos nucleicos y las proteínas por alquilación. A nivel de los ácidos nucleicos, la reacción es irreversible. Sobre la pared celular actúa a nivel de los puentes cruzados del peptidoglicano.



2.4 LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

1.4.1 Etapas de la limpieza y desinfección

El proceso de limpieza y desinfección normalmente comprende de las etapas que se describen a continuación (Basurto & Martínez, 2006; Wildbrett, 2000):

- 1) Barrido en seco de residuos sólidos: eliminación de suciedad libre utilizando escobas y cepillos.
- 2) Enjuague inicial: se trata de realizar una limpieza previa con agua para eliminar la suciedad más "grosera" hasta niveles previamente establecidos (por ejemplo, no apreciar visualmente restos de suciedad). Generalmente en los procesos cárnicos es recomendable aplicar una presión media (20-60bar) con el fin de no producir nebulizaciones y evitar contaminaciones cruzadas, también se recomienda utilizar agua caliente (40-60°C) para facilitar la eliminación de grasas y la desnaturalización de proteínas.
- 3) Aplicación del detergente: esta fase es la responsable de disolver y solubilizar la suciedad. El detergente debe aplicarse convenientemente en forma de espuma, dejándolo actuar por 10 o 15 minutos. Durante el tiempo de contacto se debe profundizar con limpieza manual.
- 4) Enjuague del detergente: se realiza con abundante agua potable a presión media para eliminar los restos de detergente de las superficies.
- 5) Aplicación del desinfectante: generalmente es mediante pulverización con un tiempo de contacto determinado en función del tipo de agente desinfectante.
- 6) Enjuague del desinfectante: en caso de ser necesario debe realizarse con agua a presión media antes de iniciar el proceso productivo para eliminar los restos que pudieran contaminar la carne.
- 7) Secado: en la medida de lo posible debe realizarse un secado para retirar el excedente de agua y evitar el crecimiento de las bacterias sobrevivientes.

2.4.2 Limpieza y desinfección simultáneas o combinadas

Se aplica en una sola etapa el detergente y desinfectante o un producto que reúna ambas propiedades. Es necesario que el detergente y desinfectante sean compatibles. Generalmente una formulación mixta no es tan eficaz como la aplicación sucesiva del detergente y del desinfectante por que puede anularse la eficacia de este último si la formulación se aplica sobre superficies muy sucias. Por esta razón (porque la suciedad protege a los microorganismos) se debe convencer a los responsables de la higiene de las industrias de alimentos que se debe evitar la limpieza y desinfección simultáneas. Se aconseja cambiar de formulaciones periódicamente, para evitar el desarrollo de resistencias por parte de los microorganismos (Rodríguez, 2012).



2.4.3 Programa de Sanidad

Un programa de sanidad o programa de limpieza y desinfección indica detalladamente cada una de las prácticas y actividades necesarias para mantener un ambiente sano y libre de fuentes de contaminación en equipos, superficies, utensilios, manipuladores, etc., durante las etapas del procesamiento de alimentos.

Este programa, forma parte de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM's) las cuales son un conjunto de normas y actividades relacionadas entre sí cuyo propósito es ayudar a la industria alimentaria a garantizar la fabricación de productos inocuos y seguros y así minimizar los riesgos inherentes durante la manipulación, preparación, elaboración, envasado, almacenamiento, transporte y distribución de los alimentos para consumo humano. Las BPM's han sido reconocidas como lineamientos generales de carácter obligatorio por entidades gubernamentales nacionales y del extranjero y su aplicación permite que los alimentos se fabriquen bajo condiciones que eviten su adulteración. En México, la NOM-251-SSA1-2009 establece las prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios que deben llevar a cabo de forma obligatoria las personas que se dedican al procesamiento de alimentos. En dicha norma se incluyen disposiciones referentes al mantenimiento y limpieza de equipos, utensilios e instalaciones (Juárez & Pacheco, 2005).

Por lo que la implementación de un programa de limpieza y desinfección como parte de las BPM's y de los programas pre-requisitos, es de suma importancia no solo por ser un requerimiento de tipo legal sino también porque con él se podrá mejorar la eficiencia de la empresa.

Los objetivos de un Plan de Limpieza y Desinfección se resumen como sigue:

- a) Eliminar la suciedad y reducir a un mínimo aceptable los microorganismos que puedan contaminar los alimentos, con el propósito de proteger la salud del consumidor.
- b) Garantizar la calidad sanitaria de los productos.
- c) Evitar la contaminación de los alimentos durante las operaciones de limpieza y desinfección, por ejemplo, con los químicos utilizados (detergentes y desinfectantes).
- d) Elaborar productos con mayor vida de anaquel.
- e) Mantener equipos e instalaciones limpias y desinfectadas antes y después de cada jornada de trabajo, así como cuando los mismos tengan contacto con cualquier agente contaminante para prolongar su vida útil y evitar contaminaciones cruzadas.
- f) Auto verificar procesos y actividades de manera efectiva y ordenada.
- g) Evaluar objetivamente las prácticas empleadas y resultados obtenidos.
- h) Optimizar recursos al reducir las pérdidas de tiempo asignando tareas específicas a cada trabajador (normalizar los sistemas de trabajo).
- i) Obtener clientes más satisfechos.



El programa de limpieza y desinfección debe de satisfacer las necesidades particulares del proceso de producción así como del producto de que se trate, registrándose su aplicación por escrito en planes calendarizados que sirvan de guía a los empleados y a la administración (Saucedo, 2008).

2.4.3.1 Elaboración del programa

Se recomienda que los procedimientos de limpieza y desinfección sean establecidos por un experto en el área de sanidad y que se encuentre escrito, implementado pero sobre todo comprendido por los encargados de realizar esta labor; tanto directivos como técnicos y trabajadores deben estar convencidos de su importancia y colaborar desde sus respectivas responsabilidades. Así, la dirección debe proporcionar los medios técnicos y facilidades precisas para que se puedan ejecutar los procedimientos, los técnicos han de supervisar la operación, enseñar y estimular a los trabajadores que han de realizarlas y finalmente, los trabajadores deben entender que si hacen el trabajo correctamente, manteniendo limpio su entorno están facilitando las tareas diarias de limpieza y desinfección. Para este fin se debe enseñar al personal a registrar sus actividades, así como las desviaciones que se encuentran en el proceso y las acciones correctivas empleadas (Saucedo, 2008).

Un programa de sanidad debe contener y documentar lo siguiente:

- a) El Plan Maestro de limpieza y desinfección en donde se calendaricen las operaciones, y se indique a grandes rasgos que superficie debe limpiarse, como deberá realizarse y quien lo realizará.
- b) Los Procedimientos Estandarizados de Sanitización (POES) donde se debe detallar de forma clara y concisa lo siguiente:
 - ◆ Que se va a limpiar: áreas, equipo, utensilios, vehículos de transporte, equipo de limpieza, etc.
 - ◆ Cómo y con que se tiene que limpiar: paso a paso cómo debe realizarse la operación, mencionando el producto químico a aplicar, la cantidad necesaria, el modo de preparación y las precauciones que hay que tener así como los utensilios requeridos.
 - ◆ Quien será el responsable de realizar las tareas y quien supervisará: Personas designadas.
 - ◆ Cómo se va a verificar que las instalaciones están limpias y desinfectadas: registros.
 - ◆ Acciones correctivas que tendrán que aplicarse en caso de que sea necesario.

2.4.3.1.1 Identificación de las áreas de la planta

Deben ser reconocidas todas las áreas que forman parte del establecimiento e identificar aquellas que son susceptibles de ser limpiadas y desinfectadas, incluyendo puertas, ventanas, pisos, paredes, luminarias, techos, etc., en algunos casos es necesario distinguir muy específicamente partes de estas superficies, por la dificultad de su limpieza y desinfección y



también por albergar suciedad o restos de alimentos con mayor frecuencia e intensidad (Caballero, et al, 2002; De las Cuevas, 2010).

Es de utilidad la elaboración de un plano de distribución y clasificación de áreas (lay out) y/o la elaboración de una tabla con las necesidades de limpieza de cada área.

Hay que tener en cuenta:

- a) *Tipo de superficies:* fáciles de limpiar, evitando materiales porosos en beneficio de aquellos impermeables e inalterables.
- b) *Tipo de suciedad sobre la que se desea actuar.*
- c) *Tiempo y frecuencia con la que se realizarán las actividades de limpieza y desinfección:* diariamente evitando la existencia de incrustaciones o residuos adheridos a superficies que originen el crecimiento de microorganismos o compuestos tóxicos, siendo posteriormente su limpieza más complicada.

2.4.3.1.2 Productos químicos y utensilios utilizados

Se trata de hacer un listado con todos los productos de limpieza y desinfección que se utilizan, y un código de colores de utensilios por niveles y tipos de limpieza. Los químicos deben estar claramente identificados con carteles y rombo de identificación sobre el grado de riesgo de los materiales, deben seleccionarse solo los que estén aprobados por autoridades sanitarias para evitar contaminación química. Es necesario indicar con base científica, las concentraciones y la temperatura para su aplicación correcta en las distintas superficies. Se deberá tener especial cuidado en el uso de materiales abrasivos, para que éstos no modifiquen el carácter de la superficie de contacto del producto y que los fragmentos de cepillos, raspadores y otros materiales de limpieza no contaminen el alimento (Saucedo, 2008; SAGARPA, 2011).

Si se emplean productos que han sido suministrados directamente por empresas químicas, es imprescindible que faciliten su ficha técnica, hojas de seguridad, procedimientos de preparación de soluciones, etc., formando parte de la documentación del plan de Limpieza y Desinfección.

Los lugares para el almacenamiento de químicos y utensilios tienen que estar ubicados lejos de las áreas de proceso, en salas separadas o en armarios cerrados con llave. Se recomienda la elaboración de un plano de ubicación de las estaciones de limpieza con su respectivo inventario (De las Cuevas, 2010).

2.4.3.1.3 Plan maestro de limpieza

Es el punto en el que se deben planificar las actividades diarias y no diarias de limpieza y desinfección, se trata de poner por escrito en un registro, la frecuencia o periodicidad con la que se efectuarán las operaciones de sanidad. Esta frecuencia debe ser específica para áreas, utensilios, equipo, maquinaria, vestuario, etc. Para determinar la frecuencia con la que se debe limpiar hay que tener en cuenta lo siguiente (Barillas & Pineda, 2006):



- *Tipos de alimentos (de alto o bajo riesgo) que se elaboren, almacenen o desechen.*
- *Tipo de suciedad:* residuos inorgánicos o grasa, proteína u otros.
- *Necesidades de producción:* la planta tiene órdenes de producción y muchas veces no es posible parar para limpiar o el tiempo disponible es bastante corto, hay que contemplar que se va a hacer en estos casos y medir el riesgo de una corrida larga en relación a la inocuidad y calidad del producto. En otras ocasiones, el tipo de producto limpiador o desinfectante no permite la presencia de personal y se tiene que programar la tarea para el fin de semana.
- *Ciclos de vida de los insectos:* un buen programa de limpieza busca cortar el ciclo de vida de los mismos.
- *Datos históricos:* como todo programa el de sanidad debe ser documentado, los datos históricos pueden ser útiles en caso de que se quiera cambiar la frecuencia de limpieza para saber si se han tenido problemas antes.

Como se mencionó anteriormente el Plan Maestro de Limpieza también debe darse respuesta a las siguientes preguntas sin entrar en detalles: ¿Qué debemos limpiar? ¿Cómo lo vamos a limpiar? ¿Quién será el responsable de realizar las tareas y quien supervisará?. El objetivo de un calendario es en primer lugar, proporcionar un método de gestión de todas estas tareas importantes que no pueden gestionarse con la memoria, y en segundo lugar, programar las actividades con una frecuencia que rompa los ciclos vitales de insectos y microorganismos (ASQ, 2006).

2.4.3.1.4 Procedimientos operativos estandarizados de sanitización

La manera puntual de como tienen que realizarse las prácticas de sanidad en instalaciones, equipos y personal, se deben plasmar por escrito en los procedimientos operativos estandarizados de sanidad (POES). Son documentos que tienen la finalidad de estandarizar cada una de las actividades que se realizan en la empresa para hacerse siempre de la misma manera y bajo condiciones siempre iguales y así evitar variaciones pues es común que el personal mecanice las actividades que realiza y que cometa errores inadvertidamente suponiendo que la manera como las ejecuta es la correcta (Arroyo, 2001).

La aplicación de los procedimientos operativos estandarizados de sanidad se divide en:

a) *POES Pre- Operativos:* son el conjunto de procedimientos de limpieza y sanitización que se deberán cumplir antes de iniciar con el proceso de elaboración, garantizando que la instalación, los productos y utensilios, se encuentren limpios y libres de agentes contaminantes (SAGARPA, 2011).

b) *POES Operativos:* son un conjunto de procedimientos que se realizan durante la operación, para garantizar un ambiente sanitario donde se procese o se manipule producto (SAGARPA, 2011).

Para cumplir su propósito, deben ser totalmente claros y concisos e incluir lo siguiente (Arroyo, 2001):



1. *Carátula o portada.* Debe contener la información que identifique al documento, tiene varias secciones que se presentan a continuación y que se deben llenar conforme a las siguientes indicaciones:
 - a) Código: el código del procedimiento se debe solicitar al responsable del lugar y posteriormente debe escribirse en este espacio.
 - b) Edición: se tiene que escribir el número de edición del procedimiento con números arábigos progresivos iniciando a partir del número 1.
 - c) Nivel de revisión: cuando un procedimiento se emite por primera vez el nivel de revisión no aplica, por lo cual se deben poner las siglas N/A, las revisiones posteriores se deben identificar secuencialmente con números arábigos iniciando del número 0.
 - d) Páginas: se debe escribir el número de páginas totales del procedimiento sin incluir los anexos ni carátula.
 - e) Fecha de emisión: se debe escribir la fecha de emisión (día/mes/año) del procedimiento.
 - f) Título: nombre del procedimiento, la palabra título se puede omitir.
 - g) Elaboró: nombre y puesto de la persona que elaboró el procedimiento.
 - h) Revisó: nombre y puesto de la persona que revisará el procedimiento.
 - i) Aprobó: nombre y puesto de la persona que aprobará el procedimiento.
2. *Índice:* se citarán en orden de aparición los diferentes temas contenidos.
3. *Objetivo:* se debe establecer claramente qué se pretende obtener con la aplicación del procedimiento.
4. *Alcance:* se debe indicar donde aplica, la alta dirección, secciones, áreas, materiales, documentos y equipos donde se aplicará directamente el procedimiento.
5. *Terminología y definiciones:* es una especie de vocabulario donde se incluyen las siglas, símbolos, abreviaturas y definiciones de las palabras y términos utilizados en el texto que puedan ser difíciles de entender, o que tengan un significado especial.
6. *Responsabilidades:* se deben definir el o los nombres de los puestos que tienen responsabilidad directa en dicho procedimiento, así como una descripción de su(s) responsabilidad(es) hacia este. Se debe indicar el responsable del control, actualización y distribución del procedimiento.
7. *Descripción del procedimiento:* es una de las partes más importantes ya que en este capítulo se hace la explicación clara y ordenada de la actividad o proceso que se va a efectuar, cuando sea necesario auxiliarse de diagramas de flujo o gráficos para el mayor entendimiento del procedimiento, tienen que incluirse como anexos. Aquí también se incluye la lista de los materiales, equipos y utensilios necesarios para realizar dicho trabajo, así como los resultados que se espera obtener; también debe



contener los criterios de aceptación o rechazo y las medidas correctivas deben estar planificadas y descritas para que en caso de desviaciones se tenga previsto cómo resolver la situación. Asimismo, se escribirán los métodos de control y registros que servirán para vigilar que el producto o la actividad se hagan bien y la manera como se van a registrar los resultados. Se pueden describir de manera genérica responsabilidades y autoridades sin que aparezcan las palabras “es responsabilidad de”, o “es autoridad de”; sino que en una frase determinada estén de manera inmersa y sean entendibles y claras.

8. *Responsables de ejecución y de supervisión:* definir quién realizará cada una de las actividades para evitar confusiones y errores. Es conveniente nombrar uno o más suplentes que puedan llevar a cabo las actividades en caso de que el responsable titular no se encuentre presente. Debe indicarse también el nombre y cargo del responsable de supervisar que el procedimiento se ejecute y que los resultados esperados se cumplan y que si es necesario indique las medidas correctivas.
9. *Programa calendarizado:* en esta parte se indica la frecuencia con la que se llevará a cabo la actividad descrita.
10. *Referencias:* se debe presentar una relación de documentos tales como normas, procedimientos, manuales, métodos que sean necesarios para la elaboración del procedimiento en cuestión.
11. *Anexos:* se deben presentar toda aquella información que ayude al mejor entendimiento del procedimiento, ordenándose alfabéticamente en forma progresiva.
12. *Registros:* sirven para demostrar el cumplimiento de las operaciones y lo especificado en el procedimiento.

2.5 BIOPELÍCULAS

La importancia de las biopelículas se comenzó a estudiar desde mediados de la década de los 70's, cuando se hablaban de los efectos en los diversos ambientes naturales de estos organismos poco comprendidos. Dos décadas después con el desarrollo de técnicas microscópicas más avanzadas, se logró entender la ultraestructura y dinámica de estas asociaciones y se comenzaron a involucrar en múltiples y distintos eventos que tienen impacto en el bienestar del hombre y su entorno (Allison, 2000).

Las bacterias existen en la naturaleza bajo dos formas o estados: a) como bacterias planctónicas que viven en libre flotación y b) como bacterias sésiles que viven adheridas a una superficie formando biopelículas. Las biopelículas son comunidades complejas de microorganismos embebidas en una matriz de polímeros extracelulares, fijadas a una superficie



que pueden presentar una especie única o un abanico de especies diferentes (ver figura 3) (Fuster, 2006, Herrera, 2004).

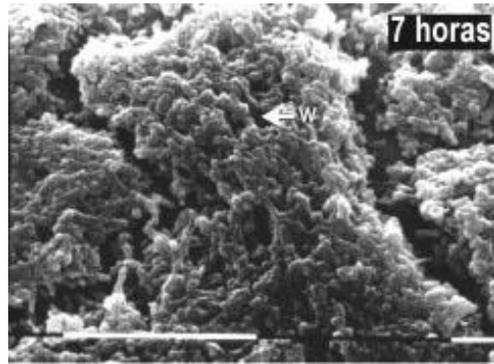


Figura 3. Microscopia electrónica de una biopelícula donde se observa la masa de células y los espacios que forman canales envueltos dentro de la matriz celular (Herrera, 2004).

Se encuentran constituidas estructuralmente por tres componentes:

a) una masa de células: dependiendo del tipo de células involucradas en la biopelícula las microcolonias pueden estar compuestas por 10-25% de células y 75-90% de matriz EPS (Navia, Villada & Mosquera, 2010).

b) espacios intercelulares o canales: actúan como divisores de las microcolonias y ayudan a establecer un vínculo con el medio externo permitiendo que el agua presente en el ambiente en donde se desarrolla la biopelícula pueda penetrar por difusión y llevar nutrientes a zonas profundas, también permiten expulsar productos metabólicos de desecho. El flujo de agua contribuye a moldear la arquitectura de la biopelícula, permite que estas comunidades desarrollen un espesor y una complejidad considerable mientras que las células individuales que las componen se mantienen en óptimas condiciones nutricionales en muchas ubicaciones de la biopelícula, es por ello que los canales son fundamentales en la formación y mantenimiento (Martínez, 2011; Navia et al., 2010; Piera, 2003).

c) una matriz polimérica extracelular que la rodea: compuesta por una mezcla de exopolisacáridos, proteínas, ácidos nucleicos y otras sustancias que en su conjunto son conocidas como sustancias poliméricas extracelulares (EPS) producidas por los propios microorganismos integrantes. Es muy hidratada debido a que incorpora grandes cantidades de agua dentro de su estructura, llegando a representar este elemento hasta el 97% de ella. Actúa como un mecanismo de concentración de nutrientes; previene el acceso de ciertos agentes antimicrobianos, secuestrantes metálicos, toxinas, etc. o restringe la difusión de los componentes al interior de la biopelícula; actúa como protectora de una gran variedad de condiciones de estrés ambiental como rayos ultravioleta, cambios de pH, shock osmótico y desecación. Además, tiene una elevada capacidad adherente, virtud que permite que los microorganismos se agrupen en superficies blandas, animadas e inanimadas que son propicias para su supervivencia (Fuster, 2006; Herrera, 2004).



La adhesión de microorganismos a las superficies es un fenómeno que está muy presente en la industria cárnica ya que los microorganismos patógenos tienen la capacidad de formar biopelículas en gran variedad de materiales utilizados en ella, tales como: acero inoxidable, nylon, vidrio, plástico, metal, etc. (Shi & Zhu, 2009). Lo que se ha convertido en un problema para este sector debido a que representan un riesgo latente al ser materiales que están en contacto con alimentos que posteriormente van a ser consumidos (ver figura 4). Se ha reportado que las células de la biopelícula, podrían interactuar con proteínas (fibronectina, laminina y colágeno) de la carne y adherirse exitosamente a su superficie (Navia *et al*, 2010) poniendo en riesgo de la calidad e inocuidad del producto.



Figura 4. Restos visibles de biopelículas adheridas a una superficie (San José & Orgaz, 2010).

Se sabe además, que un microorganismo en una biopelícula es 100 a 1000 veces más resistente a los desinfectantes que en las formas libres o planctónicas lo que resulta en elevados costos de limpieza y mantenimiento. En la mayoría de los casos su crecimiento y formación es perjudicial, causando problemas como corrosión, olores desagradables, taponamiento de tuberías, fallas en equipos y deficiencia en la transmisión de calor.

2.5.1 Bacterias formadoras de Biopelículas

A pesar de que todas las bacterias tienen la capacidad de formar biopelículas hay algunos géneros que lo forman más fácil y rápidamente como *Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Flavobacterium*, *Alcaligenes*, *Staphylococcus* y *Bacillus* (Mattila-Sandholm & Wirtanen, 1992), La adhesión de *Salmonella* las superficies en contacto con los alimentos fue el primer informe publicado sobre biopelículas, encontrándose posteriormente otra gran variedad de bacterias con esta capacidad, como son: *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni*, *Staphylococcus spp.* Y *Escherichia coli O157: H7* (Simoes *et al.*, 2010).

En el caso específico de la industria cárnica, debido a la gran variedad de fuentes contaminantes, los tipos de microorganismos que suelen presentarse son muy numerosos, los géneros que figuran son: *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Micrococcus*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Proteus*, *Bacillus*, *Clostridium* y *E. coli* (Vinent, 2004).



2.5.2 Fases del desarrollo

La formación de una biopelícula puede ocurrir por al menos tres mecanismos (Martínez, 2011; Mittelman, 1998; Piera, 2003; Ramírez, 2006; Stopforth *et al.*, 2002):

- a) por división binaria de las células adheridas.
- b) por la redistribución de las células adheridas mediante la movilidad superficial, es decir, que a medida que las células se dividen, las células hijas se desplazan sobre la superficie para formar cúmulos celulares.
- c) por la captación de células planctónicas a partir del fluido hacia la biopelícula desarrollada.

La contribución relativa de estos tres mecanismos depende de los organismos involucrados, la naturaleza de la superficie colonizada y las condiciones físicas y químicas del medio ambiente e impacta sobre la estructura de la biopelícula.

Las biopelículas pueden desarrollarse sobre cualquier tipo de superficie compuesta de partículas orgánicas o inorgánicas que permitan un cambio energético mínimo; las partículas del entorno o de las mismas superficies pueden suministrar el sustrato inicial. Las fases de desarrollo de una biopelícula se muestran en la figura 5 y se describen a continuación:

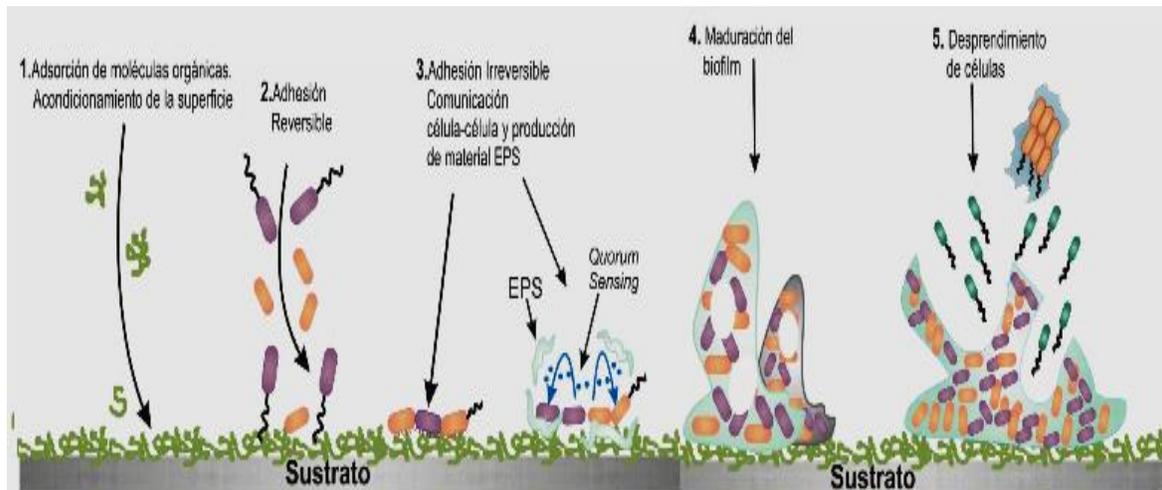


Figura 5. Fases del desarrollo de biopelículas (Simoes *et al.*, 2010).

Fase 1. Acondicionamiento: en el año 2000 se consideró por primera vez al acondicionamiento como etapa previa a la adherencia, en donde la materia orgánica del ambiente forma una “película acondicionante”, esta película cambia las propiedades físicas y químicas de la superficie de forma permanente y mejora las posibilidades de adhesión de las bacterias (Martínez, 2011; Piera, 2003; Ramírez, 2006), entre estos cambios puede mencionarse la neutralización de la carga excesiva de la superficie que previene la aproximación entre células bacterianas.



Fase 2. Adhesión reversible: las bacterias libres que se encuentran en la superficie acondicionada, forman una capa que se adsorbe por periodos cortos mediante fuerzas de atracción electrostáticas.

Primero, la bacteria se coloca en estrecha aproximación a la superficie ya sea de forma pasiva (por gravedad, difusión, precipitación de partículas o dinámica del fluido); o de forma activa (por medio de los flagelos celulares), después, los pili, adhesinas, cápsulas, cargas eléctricas de la bacteria y superficie facilitan el proceso de agregación y adhesión (Piera, 2003). Una vez que alcanza la proximidad crítica (generalmente 1nm), el resultado final de la adherencia dependerá de la suma neta de fuerzas de atracción o repulsión generadas entre ambas superficies. Las fuerzas que actúan son: las fuerzas de Van der Waals (de atracción) y fuerzas electrostáticas e interacciones hidrófobas (de repulsión). Por lo tanto, si las fuerzas de repulsión son mayores que las de atracción, la bacteria se separa de la superficie. Durante la unión reversible, las bacterias siguen mostrando movimientos brownianos y se pueden eliminar de manera sencilla con una limpieza suave (Chmielewski & Frank, 2003; Mittelman, 1998; Navia *et al.*, 2010; Orihuel *et al.*, 2012).

La capacidad de la célula para realizar este ataque inicial depende de factores ambientales como temperatura, pH, orientación bacteriana, etc. y de factores genéticos que codifican las funciones motrices, la sensibilidad ambiental, las adhesinas y otras proteínas (Piera, 2003).

Fase 3. Adhesión irreversible: un número de las células reversiblemente adsorbidas vencen las fuerzas de repulsión física entre el sustrato y la célula y se adsorben de manera irreversible (Garrett, Bhakoo & Zhang, 2008). Por una parte, el contacto de los apéndices físicos de la bacteria (flagelos, pili y fimbrias) estimulan las reacciones químicas de oxidación e hidratación permitiendo la formación de enlaces con la superficie y por otro lado, la síntesis de la matriz de exopolisacáridos es la responsable de establecer un contacto físico entre las células y la superficie (Navia *et al.*, 2010).

En esta etapa, las bacterias se dividen y las células hijas se extienden alrededor del sitio de adherencia formando una microcolonia, entonces comienza la secreción del material polimérico extracelular desde la pared celular bacteriana hacia el medio circundante por un mecanismo conocido como *Quórum Sensing*, en el que una célula microbiana al percibir la proximidad de otras células generan señales químicas que corresponden con metabolitos secundarios. Cuanto mayor sea la población de bacterias, mayor será la concentración de estas señales y cuando se alcanza una concentración umbral, la población ha llegado al *quórum*, es donde empiezan a expresar una serie de genes que desatan acciones poblacionales concertadas, como lo es la síntesis de matriz extracelular. El material excretado, junto con otras moléculas extracelulares orgánicas e inorgánicas del entorno, constituyen la matriz de la biopelícula (Martínez, 2011; Orihuel E. , 2012).

El momento en que la fijación deja de ser reversible depende de la velocidad de secreción de EPS, de las características del flujo en contacto y eficacia de los sistemas anti-biopelículas, naturales o artificiales (San José & Orgaz, 2010). Para la unión irreversible entre la célula y la



superficie es necesario un tiempo de contacto mínimo. Aunque, en general, el espacio temporal para el desarrollo de una biopelícula es corto y varía en función de la temperatura, disponibilidad de nutrientes y presencia de antibióticos. En este sentido, varios estudios indican que las uniones irreversibles llevan de 20 minutos a 4 horas a una temperatura de entre 4 y 20°C (Mittelman, 1998; Stopforth et al., 2002).

Fase 4. Maduración de la biopelícula: en esta etapa la matriz adquiere mayor grosor y complejidad. Aparece lo que se denomina "arquitectura", una organización tridimensional, con huecos o canales interiores por donde circula el agua y partículas de tamaño pequeño según la especie bacteriana que construye (San José & Orgaz, 2010); por ejemplo forma de colmenar para *Streptococcus pneumoniae* y forma de hongo para *Pseudomona aeruginosa*. Esto es resultado de los siguientes eventos: interacciones entre bacterias adheridas, desarrollo de puentes célula-célula y progresión de la síntesis de la matriz que en conjunto estabilizan dicha estructura tridimensional.

Fase 5. Dispersión o desprendimiento: en esta fase ocurre una liberación de células ya sea individualmente o en grupos que colonizan otras superficies y se inicia un nuevo ciclo de formación de biopelículas. Se ha sugerido que la necesidad de nutrientes o la presencia de sustancias agresivas pueden conducir al desprendimiento de células en busca de lugares nutritivamente ricos o menos nocivos (O'Toole, Kaplan & Kolter, 2000).

2.5.3 Factores que influyen en su formación

Algunos de los factores que influyen en el desarrollo de la biopelícula son:

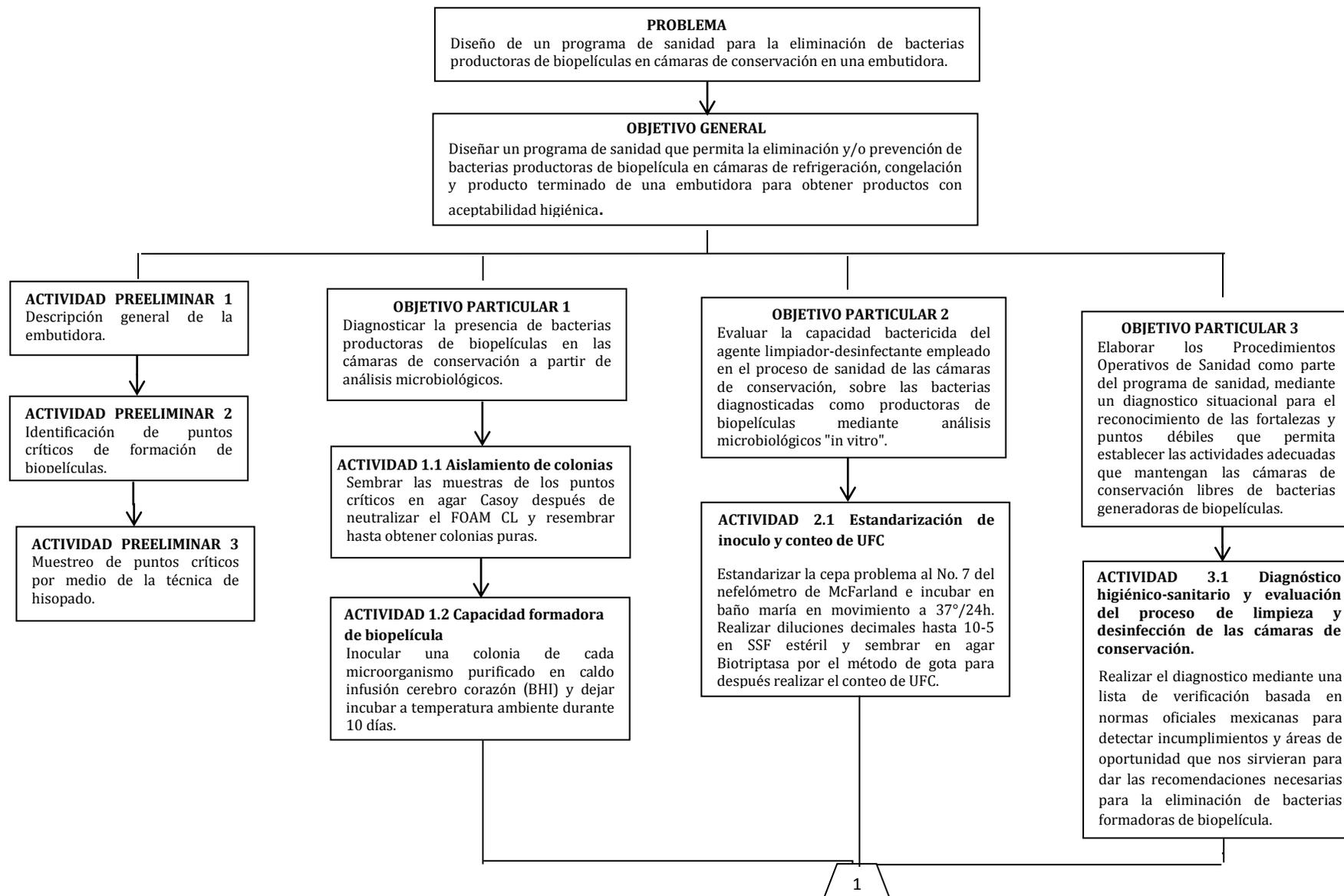
- Ⓢ **Propiedades de la superficie de contacto:** el tipo de sustrato influye en las características de unión. Las bacterias tienden a unirse a superficies hidrófilas uniformemente en capa, mientras que en las hidrófobas, como el nylon se unen en grupo. Las superficies suelen verse deterioradas por efecto de la abrasión que conlleva la limpieza manual o del efecto de algunos productos de limpieza, en consecuencia estos defectos proporcionan protección a la suciedad y los microorganismos haciendo que las bacterias supervivientes puedan volver a multiplicarse y formar una biopelícula (Boulangue-Peteman, 1996).
- Ⓢ **La disponibilidad de nutrientes:** ejerce una influencia mayor sobre la estructura y composición de la biopelícula. Solo necesitan un entorno hidratado y una mínima presencia de nutrientes porque pueden desarrollarse sobre superficies hidrófobas o hidrófilas, bióticas o abióticas (Boulangue-Peteman, 1996).
- Ⓢ **La disponibilidad de agua:** es un factor crucial para la viabilidad de la biopelícula, una humedad relativa en torno al 90-100% posibilita el desarrollo de ésta, por ello la mayoría de las biopelículas se encuentran en ambientes acuosos como pueden ser los sistemas de conducción o tuberías de las industrias alimentarias. Sin embargo,

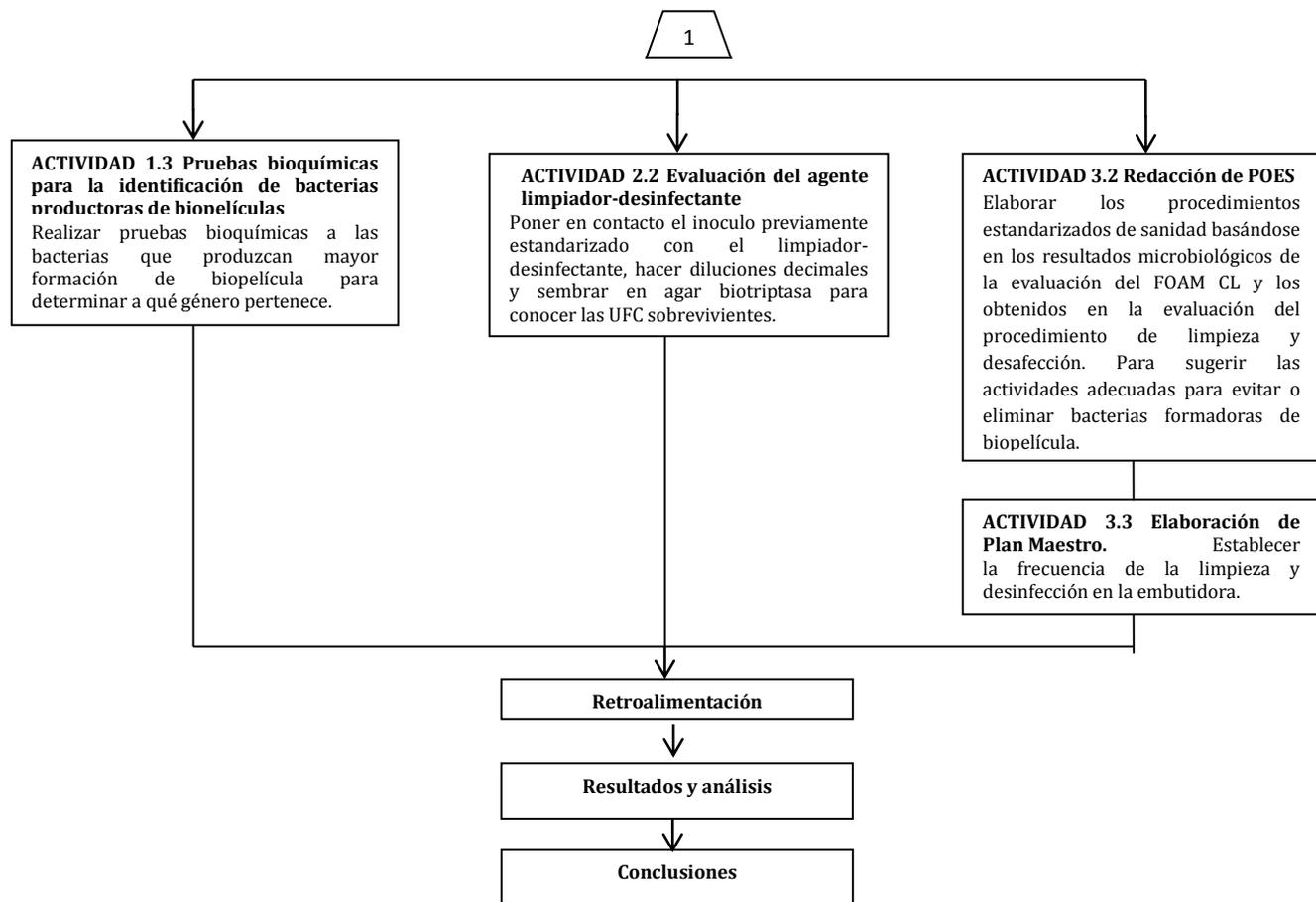


también se ha encontrado que valores en torno al 70-80% pueden ser suficientes para permitir su desarrollo (Ramírez, 2006).



3. METODOLOGIA







3.3.1 Actividades preliminares

3.3.1.1 Descripción general del establecimiento.

Se visitó la embutidora para conocer el proceso y las instalaciones, se elaboró un plano de distribución de áreas para identificar los lugares en las que se haría el estudio, que fueron: piso, paredes y techos de las cámaras de refrigeración de materia prima (bovinos y ovinos), cámara de refrigeración de producto terminado y cámara de congelación.

3.3.1.2 Identificación de puntos críticos de formación de biopelícula.

Es importante la detección de estos puntos por que pueden convertirse en nichos de microorganismos patógenos, proliferar y diseminarse por varias zonas de la instalación. Se identificaron 18 puntos críticos por cámara (12 puntos en paredes, 3 en techo y 3 en piso), dando un total de 72 puntos.

Esta identificación se hizo mediante una inspección visual, tomando en cuenta lo siguiente (Orihuel *et al.*, 2010):

- a) Lugares con dificultades de acceso: las dificultades físicas de acceso o la incomodidad para acceder con las herramientas y productos que se utilizan en las operaciones de limpieza y desinfección tienen como consecuencia que estas zonas no sean higienizadas adecuadamente.
- b) Lugares con acumulación de suciedad: son zonas en donde por el tipo de proceso se acumula de suciedad y/o contaminación microbiológica a niveles muy superiores que en el resto de la instalación.
- c) Superficies no lisas o con grietas, fisuras u oquedades que facilitan la acumulación de suciedad, de microorganismos y/o la formación de biopelículas.

3.3.1.3 Muestreo

Se muestrearon los puntos críticos después de la limpieza y desinfección de rutina de las cámaras de conservación. Las muestras se tomaron con esponjas estériles humedecidas en 40mL de solución salina fisiológica (SSF) por la técnica de hisopado, la cual indica que la esponja debe ser frotada varias veces en diferentes direcciones sobre la superficie a muestrear para luego ser sumergida en la misma SSF que las contenía (figura 6). Se transportaron en una hielera con medio refrigerante al laboratorio de bacteriología ubicado en la FESC campo 1 y se mantuvieron en refrigeración hasta su análisis.

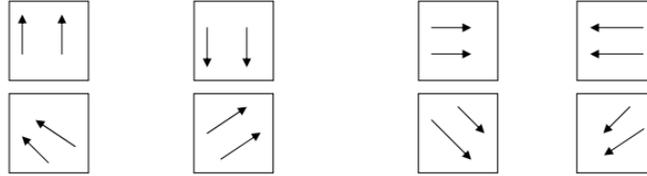


Figura 6. Diagrama de direcciones para frotar hisopos.

3.4 DIAGNÓSTICO DE BACTERIAS PRODUCTORAS DE BIOPELÍCULA

3.4.1 Aislamiento de colonias

Antes del aislamiento se agregó en todas las muestras de los puntos críticos una solución neutralizante elaborada a partir de las especificaciones de la norma NMX-BB-040-SCFI-1999 con el propósito de inactivar restos del limpiador-desinfectante utilizado en la limpieza y desinfección de las cámaras de conservación. Después, se incubaron las muestras por 24h y se hizo el aislamiento de colonias en agar Casoy.

Procedimiento (figura7):

- Se humedeció un hisopo estéril con la SSF de las muestras y se trazaron líneas horizontales en uno de los bordes del agar.
- Con un asa de siembra se realizaron estrías partiendo del sector inoculado con el hisopo hacia un área limpia del medio de cultivo.
- Se esterilizo el asa y se volvieron a hacer estrías, empezando a arrastrar de las primeras. Se repitió este paso hasta completar 3 o 4 series más y se incubó a 37°C por 24h.
- Se observaron las características morfológicas de las colonias (consistencia, textura, espesor, etc.) y se seleccionaron las que serían resembradas para obtenerlas puras.
- Se tomó la colonia seleccionada y se sembró en agar Casoy realizando una sola estría y se incubó a 37°C por 24h.

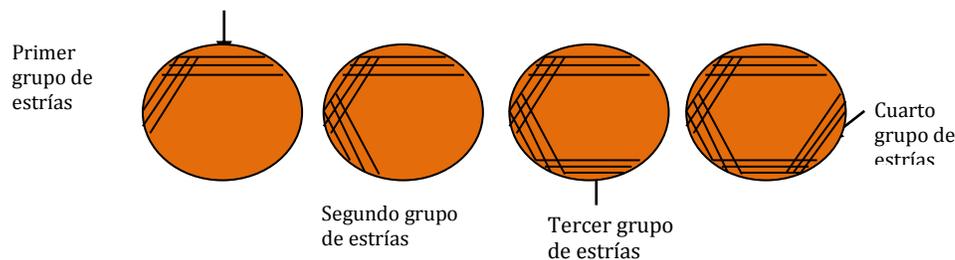


Figura 7. Método de siembra por estrías en placa.



3.4.2 Capacidad formadora de biopelícula.

Se inoculó una colonia de cada batería aislada en Caldo Infusión Cerebro Corazón (BHI) y se incubaron a temperatura ambiente durante 10 días. Dicha capacidad se vio reflejada en la formación de un anillo denso adherido a la superficie del tubo que la contenía, se clasificaron visualmente como bacterias con alta o baja capacidad de formación de biopelícula de acuerdo al anillo formado (Figura 8).

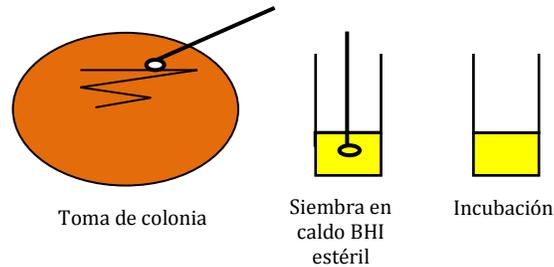


Figura 8. Incubación en caldo BHI.

3.4.3 Pruebas para la identificación de bacterias formadoras de biopelícula.

Se realizaron las siguientes pruebas para identificar morfológica y bioquímicamente las bacterias que tuvieron capacidad de formar biopelícula:

3.4.3.1 Tinción de Gram

Esta prueba de tinción diferencial permite de acuerdo con la estructura y composición de la pared celular bacteriana, clasificar a las bacterias como Gram positivas o Gram negativas así como sus características morfológicas (forma y presencia de spora) (Bailón, González, & Cervantes, 2003). Las bacterias Gram positivas presentan una gruesa capa de peptidoglicano como estructura fundamental sobre la membrana citoplasmática y las Gram negativas, encima de ésta, presentan una delgada capa de peptidoglicano a la que se superpone una capa de lipopolisacárido-lipoproteína denominada membrana externa (Figura 9). La diferencia entre ambos grupos es de enorme importancia taxonómica ya que observa la resistencia a la decoloración, esto se debe a que la membrana externa de las Gram negativas es soluble en solventes orgánicos, como lo es la mezcla alcohol/acetona pues la capa de peptidoglicano que posee es más delgada que la Gram positiva y al decolorar, la parte lipídica es eliminada facilitando la pérdida del complejo cristal-lugol y pierde el color azul violáceo tomando el del colorante de contraste que es añadido posteriormente. Las bacterias Gram positivas al poseer una pared celular más resistente y con mayor proporción de peptidoglicano no son susceptibles a la acción del solvente orgánico, sino que se deshidrataran por el alcohol. Esto provoca que se cierren los poros de la pared, impidiendo que el complejo lugol-cristal violeta se escape, manteniendo de esta manera la coloración azul violeta (Herrera, 2007).

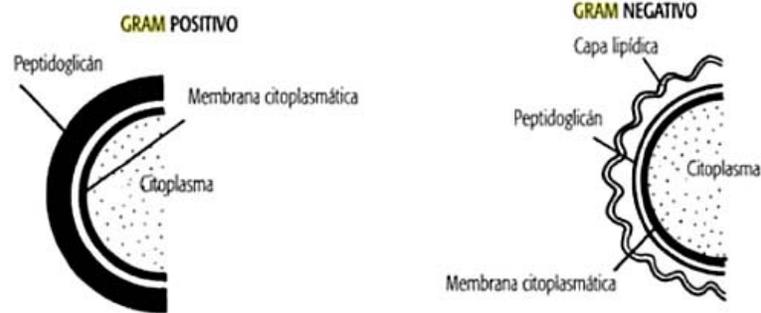


Figura 9. Esquema comparativo de las paredes celulares de las bacterias Gram positivas y negativas.

Procedimiento:

- Se colocó una gota de agua destilada sobre un portaobjetos y se diluyó en ella una colonia de la cepa problema.
- Se fijó al calor pasando rápidamente el porta objetos por la llama del mechero 3 veces.
- Se cubrió el portaobjetos con una gota de solución cristal violeta durante 1 minuto e inmediatamente después se enjuaga con agua.
- Se colocó una gota de lugol en el portaobjetos, se dejó actuar por 1 minuto y se decantó la solución (sin lavar).
- Se decoloró la placa aplicando una gota de alcohol-acetona, se dejó actuar por no más de 4 segundos y se enjuaga rápidamente con agua.
- Finalmente, se cubrió con safranina durante 1 minuto y se enjuaga. Se dejó secar el a temperatura ambiente.
- Se colocó sobre el portaobjetos una gota de aceite de inmersión y se observó al microscopio a 100X.

Interpretación de Resultados:

- ✓ Bacterias Gram negativas: después de la tinción se colorean de color rosa.
- ✓ Bacterias Gram positivas: se colorean de color violeta.

3.4.3.2 Prueba de la oxidasa

Se trata de determinar si un microorganismo produce la enzima citocromo c-oxidasa como parte de su cadena respiratoria. Se utilizó el reactivo de oxidasa de Kovacs (tetrametil-p-hidroclofenilendiamina al 1%) el cual se torna en un compuesto azul al ser reducido por dicha enzima en presencia de oxígeno molecular (Mcfaddin, 2003).

Procedimiento:

- En una caja Petri se colocó un trozo de papel filtro previamente impregnado con el reactivo.
- Utilizando un palillo estéril, se extendió un inóculo sobre el papel filtro.

Interpretación de resultados (figura 10):



- ✓ La prueba es negativa si no hay cambio de color o si ocurre después de 10 segundos.
- ✓ La prueba es positiva si se forma color púrpura oscuro sobre el papel reactivo en un lapso no mayor a 10 segundos.

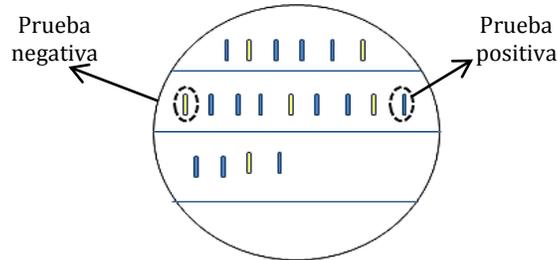


Figura 10. Interpretación de resultados de la prueba de la oxidasa.

3.4.3.3 Prueba de la catalasa

La enzima catalasa se encuentra en la mayoría de las bacterias aerobias y anaerobias facultativas que contienen citocromo. Los organismos que poseen la enzima catalasa pueden descomponer el peróxido de hidrógeno en agua y oxígeno ($H_2O_2 + \text{catalasa} = H_2O + O_2$) que se forma como un productor terminal oxidativo de la descomposición aeróbica de los azúcares, (Prácticas de Microbiología, 2003; Mcfaddin, 2003).

Procedimiento:

- En una caja Petri se agregó una gota de peróxido de hidrógeno al 3%.
- Con un palillo estéril se tomó un inóculo de la cepa problema y se colocó en la gota de peróxido de hidrógeno.

Interpretación de resultados (figura 11):

- ✓ La prueba es positiva si hay aparición de burbujas.
- ✓ La prueba es negativa cuando la muestra permanece sin cambios.

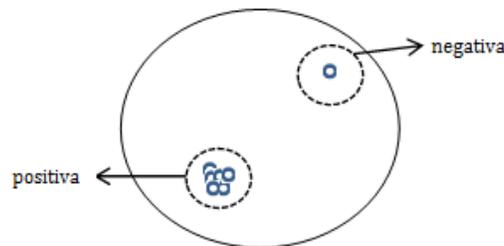


Figura 11. Interpretación de resultados de la prueba de la catalasa.

3.4.3.4 Prueba de oxidación-fermentación (O-F)

Se utilizó para la determinación del metabolismo oxidativo o fermentativo de los carbohidratos en presencia de las bacterias aisladas.



Las bacterias utilizan los carbohidratos por dos procesos: oxidación y fermentación. Algunas bacterias son capaces de metabolizar un carbohidrato solo en condiciones aeróbicas teniendo como resultado la producción de ácido; otras bacterias pueden producirlo tanto en condiciones aeróbicas como anaeróbicas. La diferencia principal entre el metabolismo fermentativo y el metabolismo oxidativo de un carbohidrato depende de los requerimientos de oxígeno atmosférico y de la fosforilación inicial. La fermentación es un proceso anaeróbico que requiere la fosforilación inicial de la glucosa previamente a su degradación, mientras que la oxidación en ausencia de compuestos inorgánicos como nitrato y sulfato es un proceso estrictamente aeróbico que comprende la oxidación directa de una molécula no fosforilada inicialmente (Mcfaddin, 2003).

Procedimiento:

- Se preparó el medio basal Oxido-Fermentación, se distribuyó en tubos (por duplicado) y se esterilizaron.
- En área estéril, se tomó un inculo de la cepa problema y se sembró por punción en ambos tubos hasta antes de llegar al fondo de éstos.
- Uno de los tubos se cubrió con 1mL de aceite mineral estéril para crear una atmósfera anaerobia.
- Se incubaron a 37°C de 24-48 horas. Se observaron los resultados.

Interpretación de resultado (figura 12):

El uso de la glucosa ya sea por fermentación u oxidación, produce acidez en el medio, con el consecuente cambio del color verde al amarillo.

- ✓ La prueba es positiva en O-F si ambos tubos viran a color amarillo.
- ✓ Los microorganismos fermentadores de glucosa producen una reacción ácida solo en el tubo con aceite mineral, manteniéndose sin cambios el tubo sin aceite mineral.
- ✓ Los microorganismos oxidativos de la glucosa producen una reacción ácida solo en el tubo sin aceite mineral, manteniéndose sin cambios el tubo con aceite mineral.
- ✓ La prueba es negativa cuando los microorganismos no utilizan glucosa y mantienen sin cambios ambos tubos, los cuales permanecen verdes.

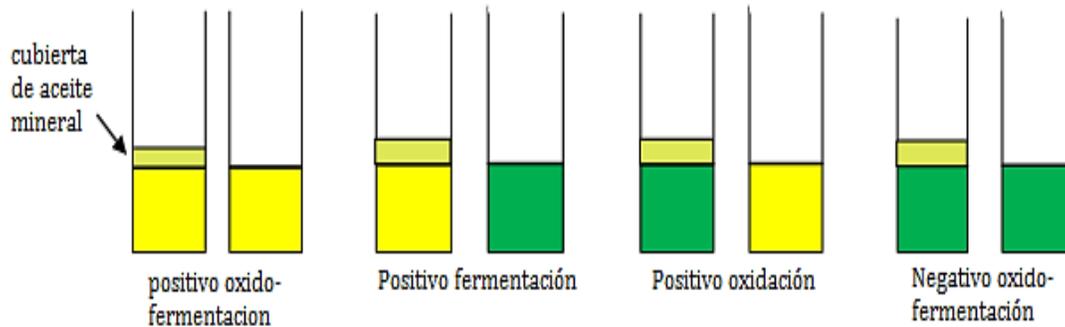


Figura 12. Interpretación de resultados de la prueba OF.



3.4.3.5 Prueba de fermentación de la glucosa

La prueba se basa en la capacidad de un microorganismo de fermentar o degradar un carbohidrato específico incorporado a un medio básico produciendo ácido con formación visible de gas, como consecuencia de la fermentación llevada a cabo por la bacteria (Mcfaddin, 2003).

Procedimiento:

- Se preparó el medio rojo fenol y se adicionó 1 % de glucosa.
- Se distribuyó el medio en tubos, se colocó una campana de Durham en posición invertida procurando no agregar aire dentro de la campana y se esterizaron.
- En ambiente estéril, se inoculó el medio con el microorganismo problema y se incubó a 37°C durante 24 horas.

Interpretación de resultados (figura 13):

- ✓ La prueba es positiva si hay presencia de color amarillo (acidez).
- ✓ La prueba es positiva en producción de gas si hay presencia de una o más burbujas en la campana de Durham.
- ✓ La prueba será negativa si el medio se vuelve rosa o rojizo (alcalinidad).
- ✓ La prueba puede tener una reacción tardía presentándose un cambio a color naranja, se recomienda dejar incubar por 24 horas más para volver a leer el resultado.

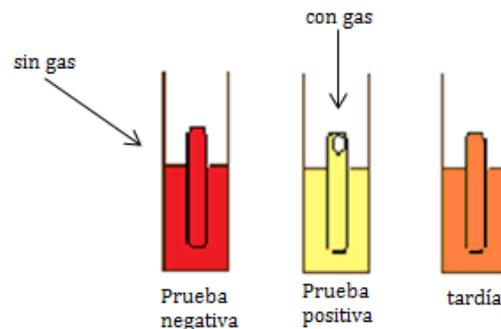


Figura 13. Interpretación de resultados de la prueba de fermentación de la glucosa.

3.4.3.6 Prueba de licuefacción de gelatina

Determina la capacidad de un organismo de producir enzimas de tipo proteolítico (gelatinasas) que licuan/hidrolizan la gelatina o muestran cambios característicos debido a los productos de degradación (Bailón, *et al.*, 2003).

Procedimiento:

- Se preparó el medio de cultivo con caldo nutritivo y gelatina al 12%, se distribuyó en tubos, se esterizaron y se dejaron enfriar en posición vertical.



- b) En ambiente estéril, se inoculó el microorganismo en estudio haciendo una punción en el agar sin llegar a tocar el fondo.
- c) Se incubó a 37°C por 24 horas.
- d) Al término del periodo de incubación se mantuvieron los tubos en refrigeración por 2 horas y después se observaron los resultados

Interpretación de resultados (figura 14):

- ✓ La prueba es positiva si después de la refrigeración el medio es líquido completa o parcialmente.
- ✓ La prueba es negativa si el medio permanece sólido.

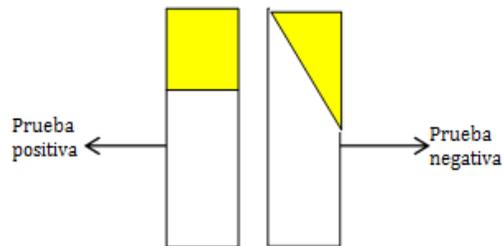


Figura 14. Interpretación de resultados de la prueba de licuefacción de gelatina.

2.4.3.7 Prueba de citrato

Determina si un microorganismo es capaz de utilizar citrato como única fuente de carbono y al amonio como fuente de nitrógeno para el metabolismo y crecimiento, provocando alcalinidad, virando el indicador azul de bromotimol (Bailón, *et al.*, 2003).

Procedimiento:

- a) Se preparó el agar citrato de Simmons, se distribuyó en tubos, se esterizaron y se dejaron enfriar en posición inclinada para que se formara una flauta.
- b) En ambiente estéril, se inoculó el microorganismo mediante punción sin llegar hasta el fondo y se realizó una estría en la flauta. Se incubó a 37°C por 24 horas. Se interpretaron los resultados.

Interpretación de resultados (figura 15):

- La prueba es positiva si hay una coloración azul.
- La prueba es negativa si no hay cambio de color.

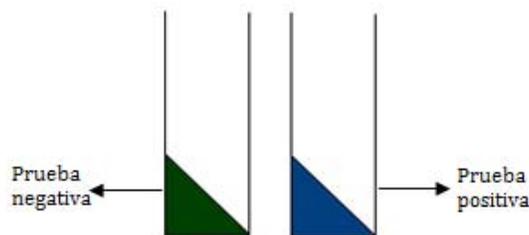


Figura 15. Interpretación de resultados de la prueba de citrato.



3.4.3.8 Prueba de Voges - Proskauer (VP)

Se basa en la producción de acetilmetilcarbino o acetoína, un producto final neutro derivado del metabolismo de la glucosa, que al reaccionar con los indicadores produce un color rojo. La glucosa es metabolizada a ácido pirúvico, el principal intermediario en la glucólisis, A partir de ácido pirúvico, las bacterias pueden seguir muchos caminos metabólicos; la producción de acetoína es una de las vías metabólicas de la degradación de la glucosa en las bacterias(Koneman & Allen, 2008).

El primer reactivo agregado es el catalizador α -naftol, este actúa como intensificador de color, lo que incrementa la sensibilidad de la reacción sin pérdida de la especificidad. El segundo reactivo es el KOH al 40% que ayuda a la absorción de CO_2 en el medio (Mcfaddin, 2003).

Procedimiento:

1. Se preparó el caldo RM/VP, se distribuyó en tubos y se esterizaron.
2. Se inocularon los tubos con el cultivo puro del organismo en estudio y se incubaron a 37°C por 72-96 horas.
3. Al término de la incubación se adicionaron 0.6 mL α -naftol al 5% y después 0.2 mL de KOH al 40%(Es importante adicionar los reactivos en el orden que se indica).
4. Se agitó el tubo cuidadosamente para exponer el medio al oxígeno atmosférico.
5. Se dejó reposar de 10 a 15 minutos y se observaron los resultados.

Interpretación de resultados (figura 16):

- ✓ La prueba es positiva si hay la aparición de color rojizo transcurridos los 15 minutos, lo que indica la presencia de acetoína.
- ✓ La prueba es negativa si la muestra permanece sin cambio de coloración.

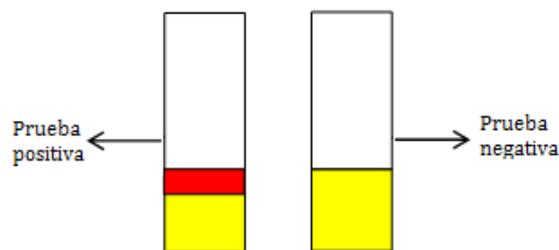


Figura 16. Interpretación de resultados de la prueba de VP.

3.3.4.9 Prueba de reducción de nitratos

En esta prueba se detecta una respiración anaerobia: la que utiliza nitrato como aceptor final de electrones. Los nitratos se reducen a nitritos y algunas bacterias reducen los nitritos a productos gaseosos (N_2 y N_2O). Las enzimas responsables de ambas reducciones se denominan nitrato y nitritoreductasa, respectivamente. La prueba detecta nitritos en los



cultivos con reactivos que originan una coloración roja. La ausencia de nitritos puede tener un origen doble: no se formaron (quedan nitratos) o se formaron y se redujeron (no quedan nitratos) (Bailón et al, 2003).

Procedimiento:

1. Se preparó caldo nitrato, se distribuyó en tubos y se prosiguió a esterilizar.
2. Se inoculó el medio con el microorganismo en estudio y se incubó a 37°C por 12 a 24 horas.
3. Finalizada la incubación se agregaron al medio de cultivo 2 gotas de α -naftilamina y 2 gotas de ácido sulfanílico. Se interpretaron los resultados.

Interpretación de resultados (figura 17):

- ✓ La prueba es positiva si se observa color rojo a los 30 segundos de añadir cada uno de los reactivos.
- ✓ La prueba es negativa si permanece incoloro (no hay nitratos en el cultivo).

Reducción con zinc

- ✓ Si después de añadir cada uno de los reactivos para detectar nitritos no aparece una coloración roja, se añade un poco de zinc y se observan los cambios. Si aparece un color rojo significa prueba positiva indicando la presencia de nitratos residuales.

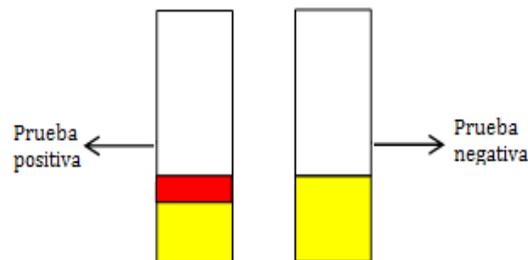


Figura 17. Interpretación de resultados de la prueba de reducción de nitratos.

3.4.3.10 Prueba de sulfuro-indol-movilidad (SIM)

Determina si un organismo es móvil o inmóvil, si es capaz de liberar ácido sulfhídrico por acción enzimática de los aminoácidos que contienen azufre produciendo una reacción visible de color negro y por último la capacidad de liberar el indol de la molécula triptófano (Bailón et al, 2003).

Procedimiento:

1. Se preparó el medio de cultivo, se distribuyó en tubos, se esterilizaron y se dejaron solidificar en posición vertical.
2. En condiciones de esterilidad, se tomó un inóculo con el asa de siembra realizando una punción en el medio. Se incubaron a 37°C por 24 horas.
3. Se adicionaron 2 gotas de reactivo de Kovacs. Interpretar resultados.



Interpretación de resultados (figura 18):

- ✓ Prueba positiva en Indol: se produce un complejo de color rojo, esto debido a que el indol reacciona con el grupo aldehído de p-dimetilaminobenzaldehído el que es la sustancia activa del reactivo de Kovacs.
- ✓ Prueba positiva en Ac. Sulfhídrico: Ocorre la aparición de una coloración negra, debido a que durante la incubación el gas incoloro de SH reacciona con una sal pesada, (citrato férrico de amonio) para producir un precipitado negro insoluble (sulfuro ferroso).
- ✓ La prueba de movilidad será positiva cuando los organismos móviles migran de la línea de siembra y se difunden en el medio, provocando turbidez.

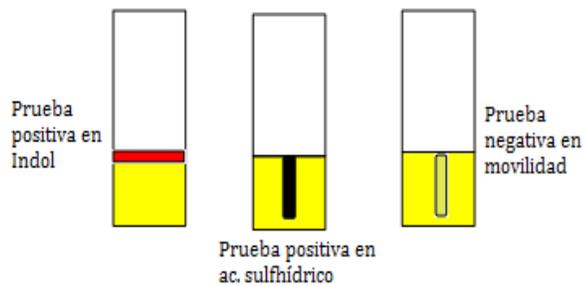


Figura 18. Interpretación de resultados de la prueba de SIM.

3.4.3.11 Prueba de ureasa

Determina la capacidad de un organismo de desdoblar la urea formando dos moléculas de amonio por la acción de la enzima ureasa produciendo un cambio de color en el medio. La hidrólisis de la urea es catalizada por la ureasa, para dar dos moléculas de amoniaco (Bailón et al, 2003).

Procedimiento:

1. Se preparó el medio de cultivo ureasa, se distribuyó en tubos y se esterizaron.
2. Se tomó una colonia del microorganismo en estudio con un asa de siembra y se inoculo en el medio.
3. Se incubaron a 37°C por 24 horas. Se prosiguió a observar resultados.

Interpretación de resultados (figura 19):

- ✓ La prueba es positiva si el medio se torna de un color rojo o rosado intenso.
- ✓ La prueba es negativa si no hay cambio en el medio.

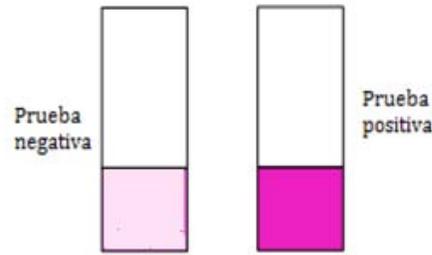


Figura 19. Interpretación de resultados de la prueba de Ureasa.

3.4.3.12 Prueba lisina-hierro-agar (LIA)

Mide la capacidad enzimática de un organismo para descarboxilar un aminoácido para formar una amina, con la consiguiente alcalinidad. La descarboxilación es el proceso mediante el cual las bacterias poseen enzimas descarboxilasas específicas que son capaces de atacar a los aminoácidos en su grupo carboxilo y liberar una amina o una diamina y anhídrico carbónico, se produce anaeróbicamente, es irreversible, no oxidativo y requiere una coenzima común, el fosfato de piridoxal.

Procedimiento:

1. Se preparó el agar lisina hierro, se distribuyó en tubos, se esterilizaron y se dejaron enfriar en posición inclinada para formar una flauta.
2. Se tomó una colonia del microorganismo en estudio y se inoculó en el medio haciendo una estría en la flauta de agar.
3. Se incubó a 37°C por 24 horas. Se observaron los resultados.

Interpretación de resultados (figura 20):

Descarboxilación de la lisina:

-Prueba Positiva: Pico violeta/fondo violeta.

-Prueba Negativa: Pico violeta/fondo amarillo.



Figura 20. Interpretación de resultados de la prueba de LIA.



3.5 EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD BACTERICIDA DEL AGENTE LIMPIADOR-DESINFECTANTE

3.5.1 Estandarización del inóculo y conteo de UFC

Después de identificar bioquímicamente las bacterias formadoras de biopelícula, se estandarizó cada una de ellas para establecer una cantidad de microorganismos inicial y poder cuantificar el grado de efectividad del desinfectante.

La estandarización se realizó mediante el nefelómetro de McFarland, esta escala suele ser usada para estimar la concentración de bacterias/mL. Consiste en una serie de tubos con cloruro de Bario al 1% (BaCl_2) + cantidades crecientes de ácido sulfúrico al 1% (H_2SO_4) donde se origina un precipitado de sulfato de bario (BaSO_4) que provoca turbidez. Estos tubos van de la escala de turbidez de 0.5 a 10, en donde la turbidez del tubo 1 representa una concentración de 300×10^6 bacterias/ml mientras que la turbidez del tubo 10 representa 3000×10^6 bacterias/ml.

Procedimiento (Figura 21):

- Se inoculó la cepa problema en 10 mL de caldo nutritivo hasta observar una turbidez similar a la del tubo No. 7 del nefelómetro de McFarland.
- Se incubaron en baño maría a $37^\circ/24\text{h}$ con agitación a 100rpm.
- Se realizaron diluciones decimales hasta 10^{-5} en SSF estéril y se sembraron $20\mu\text{L}$ en agar Biotriptasa.
- Se incubaron a $35^\circ\text{C}/24\text{h}$ y por último se hizo el conteo de bacterias.

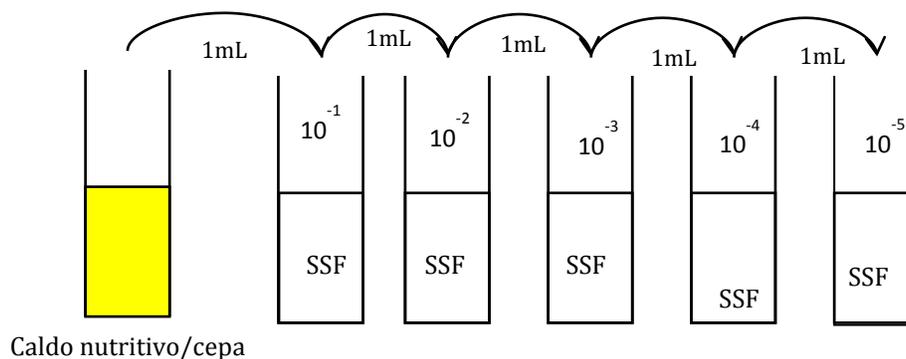


Figura 21. Interpretación de la estandarización de inóculos.



3.5.2 Evaluación del agente limpiador-desinfectante

El **FOAM CL** es un producto alcalino clorado compuesto por hidróxido de sodio como limpiador y por cloro como desinfectante (en el anexo 3 se pueden consultar más de sus características) y es utilizado actualmente para el saneamiento de las cámaras de conservación de la embutidora. Se evaluó a la concentración del 1% sobre las bacterias formadoras de biopelícula para conocer el número de ciclos logarítmicos que se redujeron después de 15 min de exposición, así como el porcentaje de sobrevivencia e inhibición de bacterias.

Procedimiento:

1. Se adicionó 1mL del inóculo estandarizado a 9mL del FOAM CL y se dejó en contacto por 15 minutos.
2. Pasado el tiempo se adicionaron 40μL de ácido cítrico para inactivar el agente alcalino y se dejó actuar por 3 minutos. Después se tomó 1mL de la mezcla y se inoculó en 9mL de tiosulfato de sodio para inactivar el cloro y se dejó en contacto por 3 minutos.
3. Se tomó 1mL de la última mezcla y se realizaron diluciones decimales hasta 10^{-5} en SSF. Se sembraron 20μL de las diluciones en agar Biotriptasa y se incubaron a 35°C/24h.
4. Se contaron las UFC presentes y se hicieron los cálculos con las siguientes ecuaciones:

$$\text{sobrevivencia (\%)} = \left(\frac{\text{UFC final} * 100}{\text{UFC inicial}} \right) \quad \text{Ecuación 1}$$

$$\text{inhibición (\%)} = 100\% - \text{sobrevivencia (\%)} \quad \text{Ecuación 2}$$

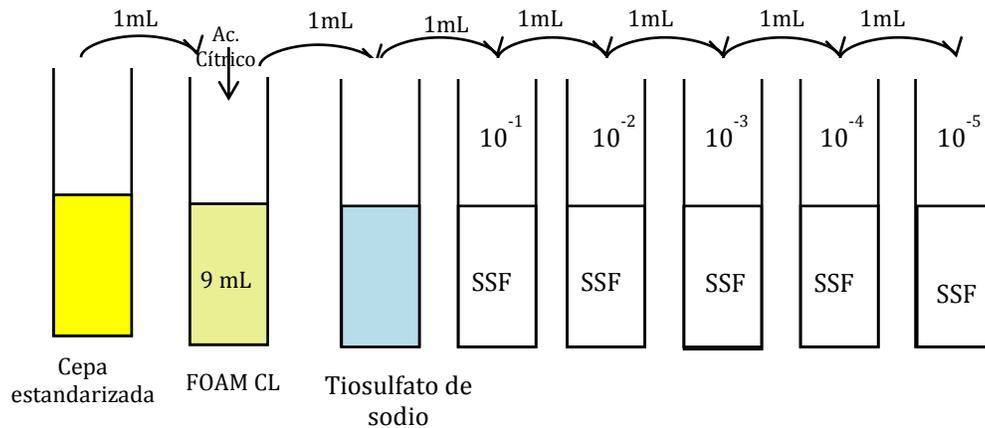


Figura 22. Interpretación de la evaluación del FOAM CL



3.6 DISEÑO DEL PROGRAMA DE SANIDAD

3.6.1 Diagnostico higiénico-sanitario y evaluación del proceso de limpieza y desinfección de las cámaras de conservación.

Se realizó mediante una lista de verificación basada en las normas oficiales mexicanas que se mencionan en la tabla 8 en donde se incluyeron especificaciones de limpieza y desinfección, higiene personal, instalaciones y almacenamiento con la finalidad de detectar incumplimientos y áreas de oportunidad que nos sirvieran para dar las recomendaciones necesarias para la eliminación de bacterias formadoras de biopelícula.

Tabla 8. Normas Oficiales Mexicanas aplicables a la embutidora.

Norma Oficial Mexicana	Título
NOM-008-ZOO-1994	Especificaciones zoonosanitarias para la construcción y equipamiento de establecimientos para el sacrificio de animales y los dedicados a la industrialización de productos cárnicos.
NOM-017-STPS-2008	Equipo de protección personal-selección, uso y manejo en los centros de trabajo.
NOM-194-SSA1-2004	Productos y servicios. Especificaciones sanitarias en los establecimientos dedicados al sacrificio y faenado de animales para abasto, almacenamiento, transporte y expendio. Especificaciones sanitarias de productos.
NOM-251-SSA1-2009	Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.

3.6.2 Redacción de POES

Para este punto se realizó lo siguiente:

- 1.- Revisión bibliográfica para conocer la estructura y los elementos fundamentales de los Procedimientos Operativos Estandarizados de Sanidad.
- 2.- Se solicitó la ficha técnica del limpiador-desinfectante utilizado y cualquier otro instructivo de equipo o maquinaria que fuera indispensable para la elaboración de los procedimientos.
- 3.- Con los resultados microbiológicos de la evaluación del FOAM CL y los obtenidos en la evaluación del procedimiento de limpieza y desinfección, se hizo un análisis bibliográfico tecno-científico y una consulta técnica a la empresa DIKEN International para sugerir utensilios y productos químicos adecuados para la operación.
- 3.- Se redactaron los procedimientos con la información recabada anteriormente



3.6.2 Elaboración del Plan Maestro

Para su elaboración se realizó lo siguiente:

1.- Revisión bibliográfica para conocer la estructura y los datos indispensables que debe llevar un plan maestro de L y D.

2.- Se recabó la siguiente información:

- ✓ Tipo de suciedad que se genera en la planta
- ✓ Cantidad de producción semanal.
- ✓ Días de producción.
- ✓ Opciones para almacenar el producto en una cámara alterna.
- ✓ Personal encargado de realizar la limpieza
- ✓ Personal encargado de supervisar y liberar la operación.

3.- Diseño y elaboración del plan maestro.



4. RESULTADOS Y ANALISIS

4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMBUTIDORA

La planta procesadora se encuentra ubicada dentro de las instalaciones de la FES-Cuautitlán campo 4 en donde se elabora salchicha, jamón, chorizo y paté. Está dividida principalmente en 3 áreas (ver figura 23): negra, gris y blanca de acuerdo al nivel de riesgo de contaminación que representan.

El área negra es la zona donde se hace el sacrificio de los animales, de ahí las canales son transportadas a las cámaras de refrigeración, mismas que tienen conexión con el área gris o zona de corte donde se realiza el despiece. Posteriormente pasan al área blanca o zona de producción de embutidos que está continúa a la cámara de refrigeración de producto terminado ya la de congelación, ahí también hay una zona para curado, secado, madurado y empaque.

Las superficies donde se llevó a cabo el estudio fueron: piso, paredes y techo de las cámaras de refrigeración (10 y 11), cámara de congelación (8) y cámara de producto terminado (5).

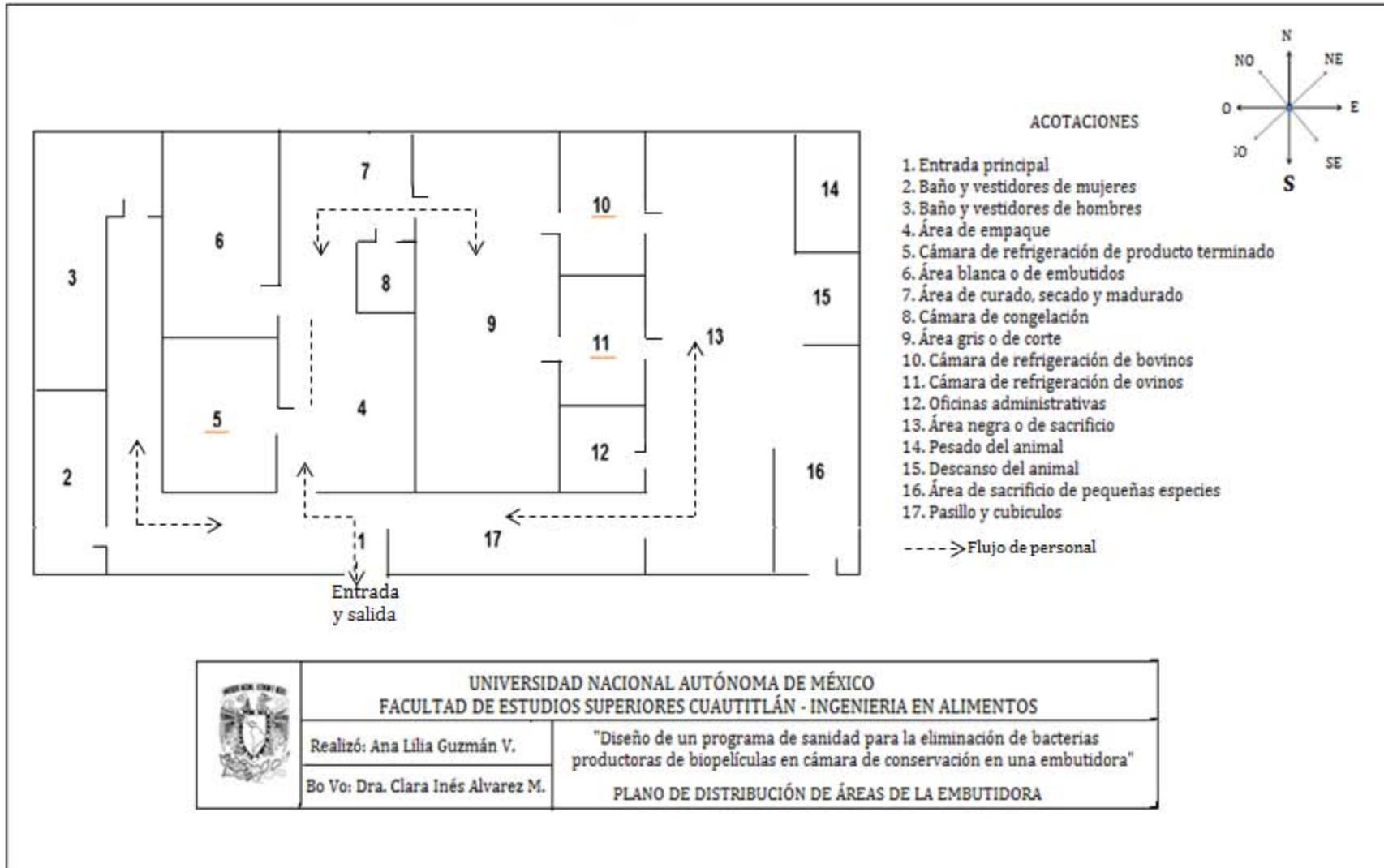


Figura 23. Plano de distribución de áreas de la embutidora.



4.2 MUESTREO EN PUNTOS CRÍTICOS DE FORMACIÓN DE BIOPELÍCULA

Después de haber realizado una inspección visual en las cámaras se seleccionaron y muestrearon 18 puntos críticos en cada una, estos puntos presentaron después del proceso de sanidad de rutina, acumulación de materia orgánica y difícil acceso para los utensilios de limpieza (figuras 24, 25 y 26).

Como se mencionó, el principal limitante de la limpieza reside en los problemas de acceso a zonas con ranuras, grietas, puntos ciegos, manchas de corrosión, etc., estas irregularidades de las superficies permiten el alojamiento de materia orgánica, proporcionan protección a la suciedad y los microorganismos, lo que hace que las bacterias supervivientes puedan volver a multiplicarse y formar una biopelícula (Bouix & Leveau, 2002; Boulange-Peterman, 1996).



Figura 24. Ejemplo de puntos críticos muestreados en piso.



Figura 25. Puntos críticos muestreados en techo



Figura 26. Ejemplo de puntos críticos muestreados en pared.



4.3 AISLAMIENTO DE COLONIAS

En el anexo 1 se encuentran todos los puntos que se muestrearon, la cantidad de cepas aisladas y la nomenclatura que se asignó para fines prácticos. En total se aislaron 140 cepas, en las figuras 27 y 28 se presentan ejemplos de estos resultados.



Figura 28. Siembra por estría en placa.



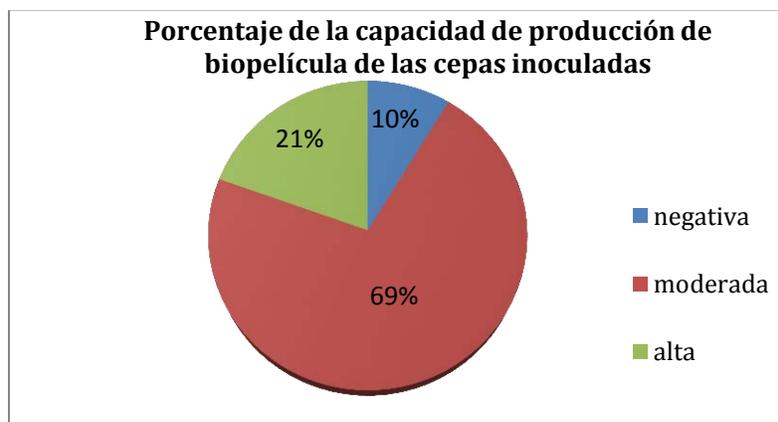
Figura 27. Aislamiento de colonias.

4.4 BACTERIAS CON CAPACIDAD DE FORMACIÓN DE BIOPELÍCULA

De las 140 cepas aisladas, se eligieron por cámara solo las que presentaron diferente morfología y se incubaron en caldo BHI para conocer su capacidad productora de biopelícula. Después de la incubación se clasificaron visualmente de acuerdo al espesor del anillo de biopelícula formado, clasificando con alta capacidad aquellas bacterias que formaron el anillo más espeso en menos tiempo, teniendo en cuenta como tiempo máximo 10 días, este parámetro se consideró de gran importancia debido que a mayor espesor de biopelícula, mayor cantidad de microorganismos presentes y mejor fijación (Zottola & Sasahara, 1994).

En la gráfica 1 se muestran los resultados obtenidos: 4 cepas (10%) sin capacidad de formación de biopelícula, 29 cepas (69%) con capacidad moderada y 9 cepas (21%) con alta capacidad de producción de biopelícula.

Gráfica 1. Porcentaje de la capacidad de producción de biopelícula de las cepas inoculadas.





En la figura 29 se presenta la evolución del anillo de biopelícula con respecto al tiempo de una de las cepas que tuvo mayor formación de biopelícula en donde se observó crecimiento desde los primeros días de incubación.

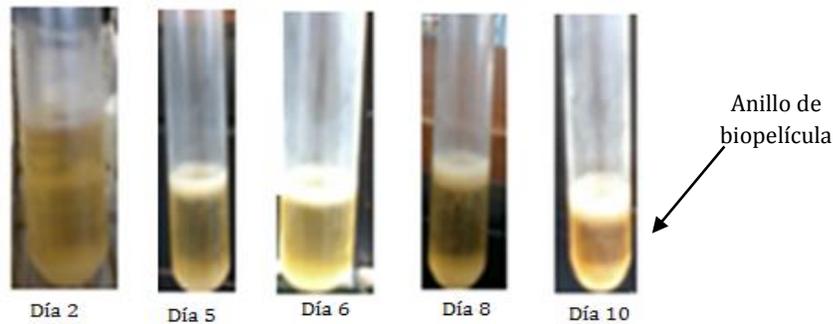


Figura 29. Evolución de biopelícula con respecto al tiempo.

Mattila-Sandholm (1992) menciona que bajo condiciones ambientales adecuadas, la mayoría de las bacterias tienen la capacidad de formar biopelícula aunque hay algunos géneros que la forman más fácil y rápidamente que otros, como es el caso de *Pseudomonas*, *Listeria*, *Alcaligenes*, *Enterobacter*, *Flavobacterium*, *Staphylococcus* y *Bacillus*. También depende de otros factores, como las características del sustrato al cual se pretende unir, de los factores genéticos que codifican las funciones motrices, las adhesinas y otras proteínas, así como de aspectos del medio ambiente tales como la temperatura, pH y disponibilidad de nutrientes que juegan un papel importante en la adhesión bacteriana al sustrato (Costerton, 1995). La presencia de fimbrias, pili, flagelos, y la producción de exopolisacáridos, influyen en la capacidad de las células microbianas para adherirse a las superficies y consecuentemente adherirse a más bacterias y formar una biopelícula más densa. Por ejemplo, los pili extracelulares, actúan como pequeños ganchos y permiten que las células se muevan una sobre otra o a lo largo de una superficie sólida (O'Toole, et al., 2000) mientras que las fimbrias están relacionadas con la capacidad de vencer la repulsión electrostática inicial que existe entre la bacteria y el sustrato.

Se sabe que las células inmóviles no recolonizan las áreas de un sustrato como lo hacen las células móviles, resultando más lenta la formación de una biopelícula por las células inmóviles. Hongos o bacterias sin movilidad propia que se hayan adherido a la biopelícula son capaces de aprovechar materiales residuales de los primeros habitantes y de producir sus propios residuos que a su vez serán aprovechados por otros microorganismos.

4.5 IDENTIFICACIÓN DE LAS BACTERIAS PRODUCTORAS DE BIOPELÍCULA

En las figuras 30 a 42 se muestran los resultados visuales de la tinción de Gram y de las pruebas bioquímicas realizadas para identificar familia, género y especie de las bacterias formadoras de biopelícula.



Figura 30. Bacteria Gram - vista al microscopio

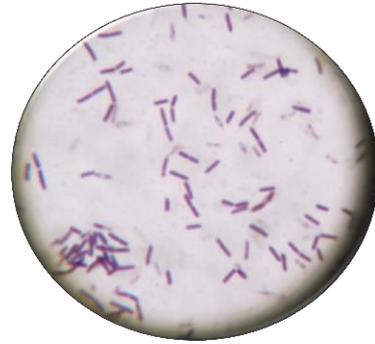


Figura 31. Bacteria Gram + vista al microscopio

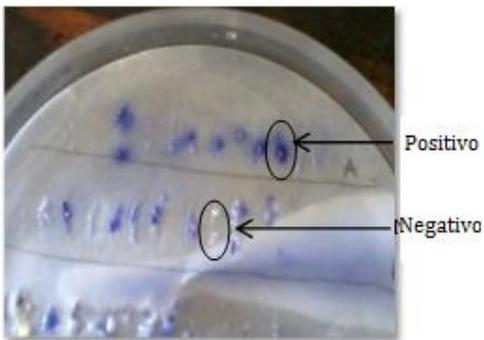


Figura 32. Resultado de la prueba de la catalasa.



Figura 33. Resultado de la prueba de la oxidasa

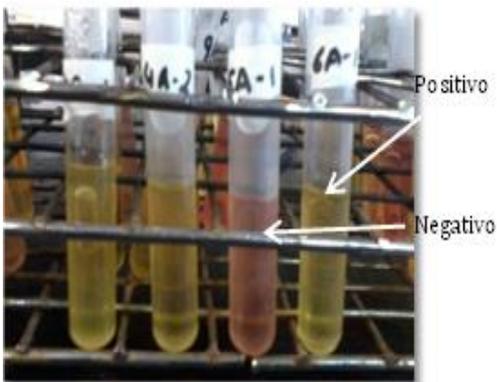


Figura 34. Resultado de la prueba de fermentación de la glucosa.

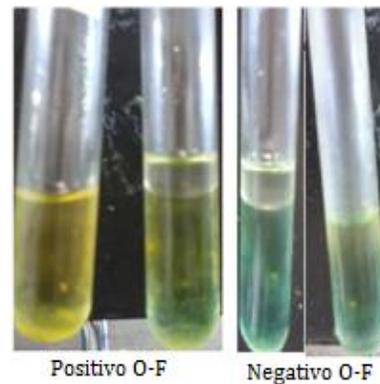


Figura 35. Resultado de la prueba de O-F

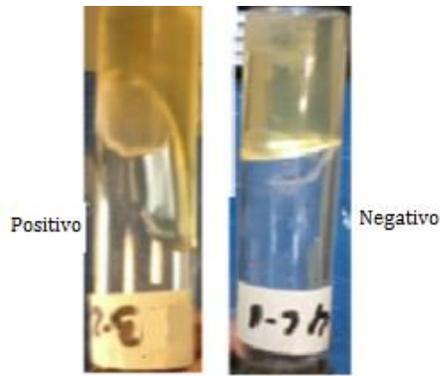


Figura 36. Resultado de la prueba de licuefacción de gelatina.

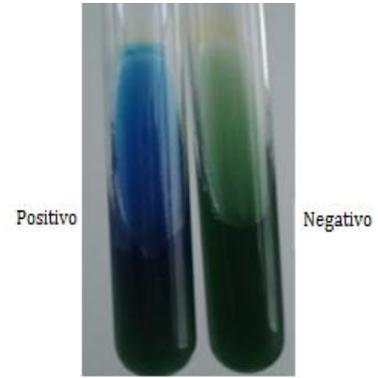


Figura 37. Resultado de la prueba de citrato.



Figura 38. Resultado de la prueba de reducción de nitratos.



Figura 39. Resultado de la prueba de V-P.

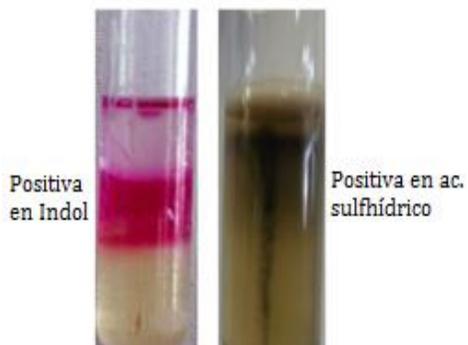


Figura 41. Resultado de la prueba de SIM



Figura 40. Resultado de la prueba de ureasa

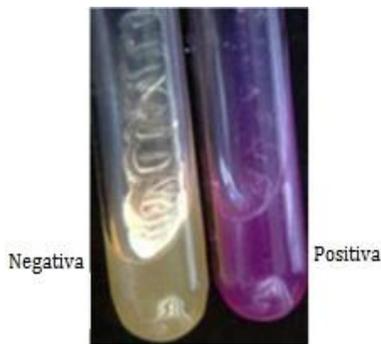


Figura 42. Resultado de la prueba de LIA.

En las tablas 9, 10, 11 y 12 se muestran los géneros de bacterias que se identificaron en cada una de las cámaras, se encontraron 4 géneros distintos: *Bacillus*, *Plesiomona*, *Micrococcus* y *Staphylococcus* con ninguna especie patógena. La mayoría de estas bacterias son vehiculizadas por medio de las canales hasta el consumidor. Inicialmente las canales son estériles pero tienden a contaminarse a través de la transmisión de microorganismos del exterior de los animales y/o el medio ambiente durante el proceso de matanza, procesado, empaçado, almacenamiento, etc.

El género que se identificó en mayor cantidad fue el *Bacillus*, en la cámara de producto terminado se presentó en un 90%, en la cámara de bovinos en 78%, en la cámara de ovinos en 75% y en la cámara de congelación en 73%. Este tipo de bacterias se encuentran distribuidas comúnmente en suelo, plantas, agua fresca o estancada, así como en la flora intestinal normal de algunos mamíferos incluyendo el hombre (Koneman & Allen, 2008), tienen la peculiaridad de presentar endoesporas que son formadas cuando la especie no se encuentra cómoda en ambientes determinados lo que les permite estar presentes en los distintos hábitats con respecto al calor, pH y salinidad, hasta darse las condiciones óptimas para su desarrollo lo que explicaría la gran presencia del género en las cámaras a pesar de encontrarse en temperaturas menores de 4°C.

Por otro lado, la bacteria *Plesiomona shigelloides* se identificó en la cámara de ovinos y congelación en 25 y 28% respectivamente. Esta bacteria tiene forma de bacilo corto, Gram-negativo, no esporulado, es catalasa y oxidasa positivo. El ambiente donde vive es acuático, es posible encontrarla en ríos, arroyos, estanques, lagos, lagunas; en agua de estuarios y en agua de mar. Los organismos en los que puede vivir sin causarles algún daño son el pescado, ostiones, mariscos, además de aves, vacas, cabras, cerdos, perros y reptiles (Medema & Schets, 1993; Schubert & Beichert, 1993).

Por último, en menor porcentaje (11%) se identificaron bacterias de la especie *Staphylococcus epidermidis* y *Micrococcus luteus* en la cámara de bovinos y de producto terminado. El *Staphylococcus epidermidis* crece en grupos y vive generalmente en la piel humana, aunque no suele ser patógeno, puede desarrollar infecciones en personas inmunodeprimidas; mientras que el *Micrococcus luteus* es una bacteria Gram positiva aerobia estricta, con células esféricas



de diámetro comprendido entre 0.5 y 3 micrómetros que típicamente aparecen en tétradas, se encuentra en la piel y sobre superficies muconasales, en el aire, polvo y suelos, también es catalogado como patógeno oportunista.

Tabla 9. Identificación de bacterias de la cámara de ovinos.

IDENTIFICACIÓN				
Cepa	Gram	Familia	Género	Especie
Ov-1	+	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus circulans</i>
Ov-3	-	Enterobacteriaceae	<i>Plesiomona</i>	<i>Plesiomona shigelloides</i>
Ov-4	+	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus sphaericus</i>
Ov-5	-	Enterobacteriaceae	<i>Plesiomona</i>	<i>Plesiomona shigelloides</i>
Ov-6	+	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus circulans</i>
Ov-11	+	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus coagulans</i>
Ov-12	+	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus coagulans</i>
Ov-16	+	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus circulans</i>

Tabla 10. Identificación de bacterias de la cámara de bovinos.

IDENTIFICACIÓN				
Cepa	Gram	Familia	Género	Especie
Bo-1	+	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus coagulans</i>
Bo-4	+	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus coagulans</i>
Bo-5	+	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus coagulans</i>
Bo-6	+	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus coagulans</i>
Bo-7	+	Micrococcaceae	<i>Micrococcus</i>	<i>Micrococcus luteus</i>
Bo-9	+	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus coagulans</i>
Bo-12	+	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus coagulans</i>
Bo-14	+	Staphylococcaceae	<i>Staphylococcus</i>	<i>Staphylococcus epidermidis</i>
Bo-16	+	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus circulans</i>

Tabla 11. Identificación de bacterias de la cámara de congelación.

IDENTIFICACIÓN				
Cepa	Gram	Familia	Género	Especie
Co-1	-	Enterobacteriaceae	<i>Plesiomona</i>	<i>Plesiomona shigelloides</i>
Co-2	-	Enterobacteriaceae	<i>Plesiomona</i>	<i>Plesiomona shigelloides</i>
Co-5	+	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus coagulans</i>
Co-6	+	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus circulans</i>
Co-8	-	Enterobacteriaceae	<i>Plesiomona</i>	<i>Plesiomona shigelloides</i>
Co-9	+	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus coagulans</i>
Co-11	+	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus coagulans</i>
Co-12	+	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus coagulans</i>
Co-14	+	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus circulans</i>
Co-17	+	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus coagulans</i>
Co-18	+	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus coagulans</i>



Tabla 12. Identificación de microorganismos de la cámara de producto.

IDENTIFICACIÓN				
Cepa	Gram	Familia	Género	Especie
PT-2	+	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus coagulans</i>
PT-3	+	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus coagulans</i>
PT-4	+	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus coagulans</i>
PT-6	+	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus coagulans</i>
PT-7	+	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus coagulans</i>
PT-8	+	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus coagulans</i>
PT-11	+	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus circulans</i>
PT-13	+	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus coagulans</i>
PT-14	+	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus coagulans</i>
PT-15	+	Micrococcaceae	<i>Micrococcus</i>	<i>Micrococcus luteus</i>

Una de las posibles causas de esta contaminación es la falta de charca sanitaria para el lavado de botas y manos antes de acceder a la embutidora lo que provoca contaminación cruzada y acarreo de suciedad a todas las áreas ya que el personal llega de los corrales que se encuentran en el perímetro del lugar después de haber tenido contacto con agua estancada, tierra, polvo, etc. Además, el flujo de personal no es el correcto pues el acceso al área administrativa y de sacrificio es el mismo.

4.6 EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ELIMINACIÓN DE BACTERIAS PRODUCTORAS DE BIOPELÍCULA DEL LIMPIADOR-DESINFECTANTE FOAM CL

4.6.1 Evaluación del limpiador-desinfectante a la concentración del 1%

Se evaluó el efecto biocida del FOAM CL a la concentración de 1% y tiempo de exposición de 15 minutos en las cepas identificadas con alta capacidad formadora de biopelícula sin tomar en cuenta la fase de crecimiento en la que se encontraban. En la tabla 13 se muestran los resultados obtenidos, en donde podemos ver que el FOAM CL inhibió al 100% las cepas Ov-5, Co-12 y PT-15 mientras que en las cepas Ov-16, Bo-6 y Bo-12 inhibió solamente 3 ciclos logarítmicos y 2 ciclos en las cepas Ov-3, Co-2 y PT-2.

El efecto bactericida del FOAM CL se dio por medio de un daño irreparable en una estructura o en una función celular vital, en este caso, el ácido hipocloroso (HClO) formado al diluir hipoclorito en agua es altamente oxidante y penetra con facilidad en la célula a través de la membrana citoplasmática hacia el núcleo donde se encuentra el ADN o la mayor parte de las proteínas que utiliza provocando la destrucción total (Echevaria & Iglesias, 2003). Este efecto se presentó en bacterias que no tenían espores y posiblemente se encontraban en estado vegetativo, antes de llegar a estado estacionario que es donde los nutrientes empiezan a escasear, el ambiente se vuelve hostil y las bacterias desarrollan mecanismos de resistencia al estrés como la esporulación (Madrid, 1999). Precisamente la resistencia del resto de las

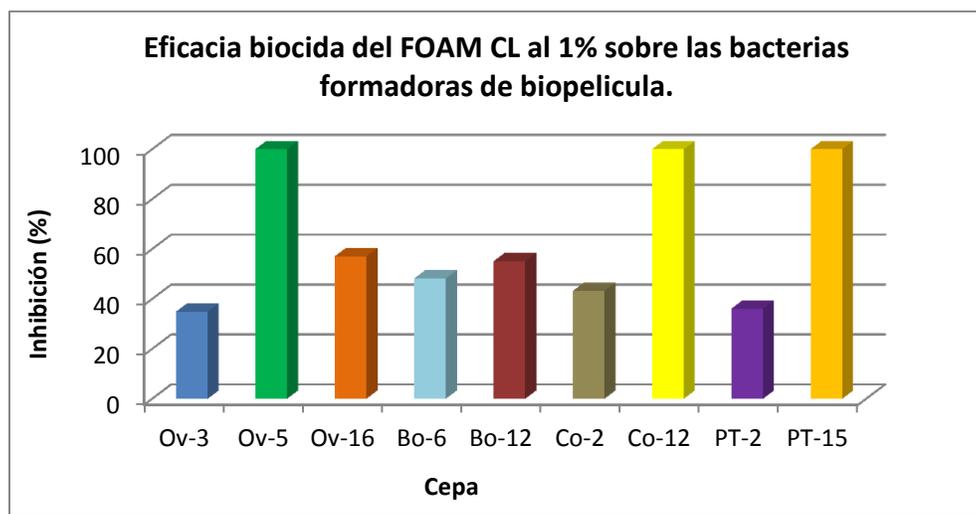


bacterias se le atribuye a la esporulación que presentaron pues las esporas están formadas por una capa externa de carácter proteico llamada exosporium y una corteza o capa de peptidoglicano que actúa como barrera de permeabilidad que limita el paso de los desinfectantes. Aunque no se descarta la posibilidad de que hayan muerto bacterias esporuladas que se encontraban en las primeras fases de desarrollo, ya que la cloración tiene un efecto de inhibición sobre la etapa de germinación donde rompe su envoltura y capas subyacentes originando un incremento de su permeabilidad y consecuentemente el paso del químico a zonas letales (Wei, Cook, & Kirk, 1985).

En la Gráfica 2 observamos que el porcentaje de inhibición de las cepas que no murieron fue menor al 60%. Desde un sentido técnico, un desinfectante debe ser capaz de reducir el número de bacterias patógenas en 99.999%, dentro de cierto lapso de tiempo. Según la normalización europea (CEN/TC 216) un biocida es eficaz si consigue reducir 5 unidades logarítmicas (Rodríguez, 2012) y en esta prueba solo 3 cepas tuvieron una reducción de 5 ciclos. La resistencia puede evitarse con la limpieza y desinfección rigurosa, aumentando concentraciones y/o tiempo de contacto con el desinfectante (Meyer, 2006).

Tabla 13: Efecto biocida del limpiador-desinfectante FOAM CL al 1%.

Bacteria	Gram	Espora	Concentración inicial(log UFC/ml)	Concentración final (log UFC/ml)	% sobrevivencia	% inhibición
Ov-3	-	-	5.7	3.7	65.1	34.9
Ov-5	-	-	6.1	0	0	100
Ov-16	+	+	5.8	2.5	42.9	57.1
Bo-6	+	+	5.8	3.0	51.8	48.2
Bo-12	+	+	5.5	2.5	44.9	55.1
Co-2	-	-	5.5	3.1	56.8	43.2
Co-12	+	-	5.6	0	0	100
PT-2	+	+	5.4	3.4	63.9	36.1
PT-15	+	-	5.7	0	0	100



Gráfica 2. Porcentaje de inhibición de bacterias formadoras de biopelícula al aplicar FOAM CL al 1%.



4.6.2 Evaluación del limpiador-desinfectante a la concentración del 10%

Siguiendo con lo planteado en el objetivo particular 2, se evaluó el FOAM CL a la máxima dosis permitida por el fabricante (10%) en las cepas que presentaron resistencia a la concentración de 1%. En la tabla 14 se presentan los resultados, donde observamos que un aumento en la concentración no significó la inhibición total de las bacterias; el porcentaje de inhibición no superó el 85% y solo en las cepas Ov-3 y Bo-6 se tuvo una reducción de 5 ciclos logarítmicos.

En las dos concentraciones evaluadas el limpiador-desinfectante no fue eficaz al 100% en todas las cepas atribuido a que tiene la propiedad de limpiar y desinfectar en un solo paso no es tan eficaz como la aplicación sucesiva del detergente y del desinfectante por que tiende a anularse la eficacia del desinfectante si la formulación se aplica sobre superficies muy sucias interfiriendo básicamente por dos razones, primero a que la materia orgánica inactiva ciertos desinfectantes como es el caso del hipoclorito de sodio, y segundo, de una forma no reactiva, la materia orgánica e inorgánica forman una barrera protectora de tal manera que los microorganismos son protegidos de sus efectos. También es consecuencia de las malas condiciones de uso, concentración inadecuada, temperatura, tiempo de contacto, etc. De acuerdo con esto podemos concluir que el FOAM CL no es efectivo al ser utilizado en un solo paso y bajo las condiciones utilizadas.

Tabla 14 Efecto biocida del limpiador-desinfectante FOAM CL al 10%.

Bacteria	Gram	Espora	Concentración inicial (log UFC/ml)	Concentración final (log UFC/ml)	% de sobrevivencia	% de inhibición
Ov-3	-	-	6.0	0	0	100
Ov-16	+	-	4.4	2.8	64.6	35.4
Bo-6	+	+	6.7	1	15.0	85.0
Bo-12	+	+	5.3	1	18.9	81.1
Co-2	-	-	4.2	2	48.0	52.0
PT-2	+	+	5.1	1	19.7	80.3

4.7 DISEÑO DEL PROGRAMA DE SANIDAD

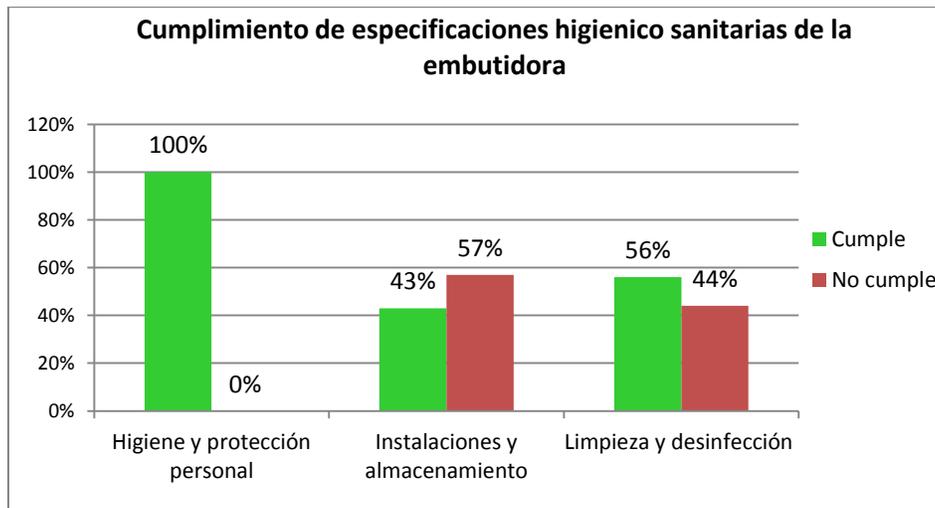
4.7.1 Diagnóstico higiénico sanitario y evaluación del procedimiento de limpieza y desinfección de la embutidora.

En la gráfica 3 se muestran los porcentajes de cumplimiento que se obtuvieron al aplicar la lista de verificación (Tabla 15) para evaluar las condiciones de la embutidora y el procedimiento de limpieza y desinfección de rutina.



En higiene y protección de personal las especificaciones se cumplen al 100%, el personal mantiene uñas cortas, porta adecuadamente bata, cofia y cubrebocas aunque esto puede resultar ineficiente y representar un foco de contaminación importante porque no se cuenta con charcas sanitarias a la entrada de la embutidora y el acceso al área administrativa es el mismo que lleva al área de sacrificio.

Además, a pesar de que se utilizan guantes para el procedimiento de limpieza y desinfección de las cámaras no son de las medidas adecuadas porque dejan expuesto parte del brazo existiendo el riesgo de quemadura o irritación en la piel ocasionada por detergentes y desinfectantes.



Gráfica 3. Cumplimiento de especificaciones higiénico-sanitarias en la embutidora.

Las especificaciones de instalaciones y almacenamiento se cumplieron solo el 43% debido a que las cámaras presentan deficiencias en el material de construcción, tienen grietas, uniones y divisiones en las que se pueden alojar microorganismos y formar biopelículas. Como se observa en las figuras 43 y 44 los estantes de almacenamiento que hay en las cámaras no son de acero inoxidable como marca la normatividad y hacen falta tarimas que eviten el contacto del producto con el piso y permitan una mejor circulación del aire de enfriamiento. Los rieles y algunas vigas tienen óxido y pintura que se está desprendiendo (figura 45).



Figura 43. Estantería de la cámara de producto terminado.



Figura 45. Cámara de congelación.



Figura 44. Rieles de la cámara de bovinos.

Por último, las especificaciones de limpieza y desinfección cumplieron el 56% encontrándose las siguientes áreas de oportunidad: Los químicos utilizados están identificados pero no hay un lugar específico para su almacenamiento. Las escobas, jaladores, cepillos y cubetas no están identificadas con código de colores, contribuyendo a una contaminación cruzada, además los cepillos no son los adecuados para realizar correctamente la operación porque no se puede acceder a las partes altas de las paredes y el techo y el ángulo de los mismos dificulta el tallado. Tanto en las cámaras de conservación como en el resto de la planta el detergente y desinfectante se aplica de forma manual existiendo la posibilidad de no cubrir completamente las superficies. El enjuague también es manual.



Figura 46. Utensilios de limpieza utilizados en la embutidora.



Tabla 15. Lista de verificación de condiciones higiénico-sanitarias de la embudidora.

NORM A	ESPECIFICACIÓN	CUMPLE SI/NO	OBSERVACIONES
Diagnóstico de higiene y protección personal			
2,3,4	El personal y los visitantes ¿utilizan protección que cubra totalmente cabello, barba y bigote? ¿Se utilizan adecuadamente?	Si	
1,3	¿El personal cuenta con equipo de protección como botas de hule, mandil y casco?	Si	
4	¿Las manos del personal se encuentran limpias y con uñas cortas?	Si	
4	¿Se lava y desinfecta las manos cada vez que sea necesario o después de una posible contaminación?	Si	
Diagnóstico de instalaciones y almacenamiento			
1,2	La entrada a las áreas sucia y limpia ¿cuenta con vado sanitario con dimensiones suficientes que permitan la desinfección del calzado del personal, con concentración conocida y adecuada de desinfectante?	No	No hay charca sanitaria en ninguna parte de la planta.
1	En el área donde se realizan operaciones con agua ¿Se cuenta con declive hacia el drenaje que evite encharcamiento de los líquidos?	Si	
4	¿Se cuenta con una separación física (cortinas hawaianas) para separar las distintas áreas?	Si	
1, 2	¿Las cámaras de refrigeración y/o congelación están equipadas con termómetro de precisión de fácil lectura desde el exterior, con el sensor ubicado de forma tal que indique la temperatura promedio del cuarto y se registra dicha temperatura?	Si	
1	¿Las cámaras de refrigeración y/o congelación están construidas de material impermeable, liso y de fácil lavado?	No	Presentan irregularidades en las paredes
1	¿Los ángulos de encuentro de los pisos con paredes, paredes con paredes y paredes con techo son redondeados? (cámaras de conservación)	Si	
1,2,4	El piso es liso y sin defectos que provoquen encharcamiento de agua u otros líquidos?	No	El piso de la cámara de congelación no es liso.
2	¿En las cámaras de congelación el piso está libre de hielo?	No	Hay una capa gruesa de hielo abajo del difusor debido a una fuga de agua.



1	¿Los rieles se encuentran en buen estado y están diseñados de tal manera que no representan riesgo de contaminación de la carne?	No	Tienen óxido y se está cayendo la pintura.
2	¿Las cámaras de refrigeración y/o congelación están libres de condensaciones y moho?	Si	
1	El material metálico que se llegue a encontrar en las cámaras de refrigeración ¿está libre de óxido?	No	Algunas vigas y rieles presentan óxido.
1	¿Las estanterías que hay en las cámaras de conservación son de acero inoxidable y de fácil lavado?	No	Aunque son de fácil lavado, las estanterías que hay en la cámara de congelación y producto terminado no son de acero inoxidable.
1	¿Las cámaras tienen la capacidad necesaria para conservar el volumen diario de producción?	No	La cámara de congelación sobrepasa su capacidad.
1	En caso de almacenar productos de diferentes especies, ¿Se cuenta con una separación física de las áreas mediante una malla u otro material que impida el contacto entre el producto almacenado?	Si	
Mantenimiento y Limpieza y Desinfección			
4	¿Se cuenta con un lugar específico para el almacenamiento de químicos? (Limpiadores y detergentes)	No	Se almacenan en un locker que tiene otros materiales.
4	Los implementos o utensilios tales como escobas, trapeadores, recogedores, fibras o cualquier otro empleado para la limpieza ¿se almacenan en un lugar específico?	No	Cada área tiene sus utensilios pero hace falta colocarlos en un lugar específico.
2	¿La elección del detergente y utensilios está en función del tipo de residuo y/o superficie a tratar?	Si	Una empresa especializada les seleccionó los detergentes y desinfectantes a utilizar.
2	Los agentes de limpieza y desinfección ¿se utilizan de acuerdo a las instrucciones del fabricante o de los procedimientos internos?	Si	Se aplican de acuerdo a la dosis mínima indicada en la ficha técnica.
4	Los recipientes, frascos, botes, bolsas de detergentes y agentes de limpieza o agentes químicos y sustancias tóxicas ¿están cerrados e identificados?	Si	
4	¿No existe utilización de productos químicos no autorizados para la limpieza y desinfección?	Si	Todos los productos cuentan con la ficha técnica que indica que son para uso de plantas de alimentos.



4	¿Se controla la dosificación o concentración de los detergentes y desinfectantes utilizados?	Si	Cuentan con una probeta para medir la cantidad necesaria.
2,4	¿No se usan los recipientes o contenedores de químicos para otros fines?	Si	
----	¿Existen procedimientos para realizar las operaciones de limpieza y desinfección?	No	
----	¿Hay capacitación para el uso de compuestos químicos?	No	
----	¿Existe personal responsable de la limpieza y desinfección de las áreas?	Si	
----	¿Hay personal que supervise la preparación de las diluciones de limpiador y desinfectante?	Si	
----	¿Los utensilios utilizados permiten limpiar todos los puntos de la cámara?	No	Los cepillos no alcanzan el techo y las partes altas de la pared.
----	¿El desinfectante se aplica en toda la cámara?	No	No se utiliza un químico específico para la desinfección.
	¿Hay personal que libere la limpieza y desinfección?	Si	Aunque se hace de manera muy subjetiva y no se tienen registros.
----	¿Existen procedimiento de verificaciones, microbiológicas de superficies y equipos?	No	No se hacen verificaciones microbiológicas.

1) NOM-008-ZOO-1994 2) NOM-194-SSA1-2004 3) NOM-017-STPS-2008 4) NOM-251-SSA1-2009

4.7.2 Redacción de POES

4.7.2.1 Productos químicos y utensilios de limpieza

Una vez formada la biopelícula, la tarea de removerlas se vuelve muy difícil y requiere más esfuerzo, pero no es imposible. La restricción de agua y nutrientes, el diseño del equipo y el control de temperatura son factores fundamentales en el control de biopelículas. Sin embargo, habitualmente no es posible reducir la disponibilidad de agua, rediseñar el equipo o cambiar la temperatura de acción, por lo que su control se centra en una limpieza y desinfección efectivas de los lugares con mayor potencial para su crecimiento (Chmielewski & Frank, 2003). El tratamiento comprende en un tratamiento físico que incorpore una limpieza mecánica y el uso de agua caliente, y un tratamiento químico que implique el uso de biocidas. En la limpieza más que el detergente, la acción mecánica será lo que ayude a remover la biopelícula, por lo que es importante tallar con suficiente fuerza de manera circular (evitando dañar la superficie) para desmontar su estructura, desenganchar y desorganizar la matriz extracelular, de esta forma perderá resistencia y la desinfección será eficaz. En la desinfección



será primordial elegir un desinfectante capaz de eliminar un amplio espectro de microorganismos y rotarlo con otro de diferente naturaleza para que las bacterias no generen resistencia (Piera, 2003).

En conjunto con la empresa DIKEN INTERNATIONAL se seleccionaron los productos químicos aptos para eliminar el tipo de bacterias productoras de biopelícula encontradas en la embudidora. En la tabla 16 se muestran las características de los productos.

Para la limpieza se recomendó seguir utilizando FOAM CL al 5% (concentración intermedia de uso) solo como detergente y no como limpiador-desinfectante debido a que la sosa cáustica que lo compone le da la capacidad detergente y desengrasante necesaria para áreas donde se requiere retirar grasa, proteína y sangre, al tiempo que el cloro libre le proporciona una elevada acción germicida frente a todo tipo de microorganismos. En base a los resultados microbiológicos obtenidos de su evaluación podemos predecir que al usar el FOAM CL en las condiciones de tiempo y temperatura adecuadas se podrá eliminar satisfactoriamente la suciedad y un alto porcentaje de microorganismos que favorecerá el proceso de desinfección. Se recomienda mantener el detergente en contacto con las paredes, pisos y techos por 15 minutos y utilizar agua a temperatura de 40 a 50°C máximo, para facilitar la remoción de la suciedad sin provocar la coagulación de las proteínas y saponificación de las grasas.

Para la etapa de desinfección se propusieron dos desinfectantes de alto nivel para rotarlos continuamente, ambos aplicables en la industria alimentaria y esporicidas altamente eficaces. En 2013 Pereira y colaboradores mencionan 3 métodos para la eliminación de esporas del género *Bacillus*, mismas que se encontraron en este estudio, los cuales son: tratamiento térmico, radiación UV y sustancias químicas.

El primer desinfectante que se recomendó es a base de ácido peracético; Pereira menciona que este producto es un desinfectante con buenos resultados esporicidas y cita un estudio en donde se aplicó una solución de ácido peracético al 4,5% y peróxido de hidrógeno al 22% con la que se pudo reducir 5 unidades logarítmicas. En el 2013, un estudio realizado por Cano González en bacterias esporuladas del género *Bacillus* y formadoras de biopelícula, obtuvo porcentajes de inhibición de hasta 63%, superando los resultados con hipoclorito de sodio y amonio cuaternario. En un estudio más reciente, realizado por K. March y colaboradores en 2015 sobre el efecto de la temperatura y el uso de ácido peracético al 0.25 y 1.25% en esporas bacterianas de *Bacillus anthracis*, *Bacillus subtilis* y *Clostridium sporogenes*; obtuvieron excelentes resultados al reducir 6 ciclos logarítmicos en menos de 4 minutos de exposición, sin existir diferencia significativa al aplicar choque térmico de 80°C.

El segundo desinfectante propuesto es a base de glutaraldehído con sales de amonio cuaternario de 5ta generación. El glutaraldehído en condiciones básicas (pH 7,5 a 8,5) actúa como esporicida mediante el rompimiento de los enlaces de las proteínas externas y el bloqueo del proceso de germinación. En el mismo estudio realizado por K. March en 2015 tuvieron resultados favorables al aplicar Glutaraldehído alcalino al 2.4% y reducir 6 unidades logarítmicas en los siguientes tiempos: para esporas de *Bacillus anthracis* la reducción fue en 5 minutos, para *Clostridium sporogenes* 23 minutos y para esporas de *Bacillus subtilis* el



tiempo se extendió a 4 horas. Comprobando que ambos tipos de desinfectantes puede ser efectivos en bacterias vegetativas y esporuladas.

El desinfectante debe mantenerse en exposición con la superficie mínimo por 15 minutos o el tiempo indicado por el proveedor ya que en microorganismo esporulados es preciso aumentar el tiempo de exposición por muchas razones, por ejemplo; las esporas poseen un núcleo con un gran contenido de dipicolinato de calcio, además el núcleo se encuentra parcialmente deshidratado, esta característica aumenta la termoresistencia de la spora y al mismo tiempo le confiere resistencia frente a sustancias químicas, el pH del citoplasma del núcleo contiene niveles elevados de proteínas específicas del núcleo denominadas proteínas ácido-solubles de la spora (SASPs). Estas proteínas se unen estrechamente al ADN en el núcleo de la spora y la protegen de daños potenciales por la radiación UV, la desecación y agentes químicos debido a esto se necesitaría aumentar la temperatura y el tiempo de exposición de los desinfectantes para que pueda penetrar a la membrana citoplasmática de las bacterias.

Tabla 16. Productos químicos sugeridos por DIKEN International y seleccionados para la limpieza y desinfección de la embutidora.

PRODUCTO	COMPUESTO	APLICACIONES	VENTAJAS
Detergente Freeze kleen (ficha técnica anexo 4)	Etanol	Para la limpieza de congeladores y refrigeradores, sin necesidad de apagar los equipos. Remueve aceites, se utiliza en conservadores de mariscos y ráfagas de congelación.	No necesita enjuague, no descongela hielo, se retira fácilmente, elimina manchas de sangre, grasa vegetal, elimina huellas de ruedas de montacargas, elimina grasa animal y proteína. Desinfecta superficies.
Sanitizante TITAN 15% (ficha técnica anexo 5)	Ácido peracético	Para usarse en canales de res, evitando proliferación de bacterias presentes en el medio ambiente, para garantizar la vida en anaquel de carnes en refrigeración, para evitar la formación de hongos en paredes, techos, equipos y mesas de trabajo, como sanitizante de choque en la rotación de biocidas, desinfección de equipos de contacto directo, eliminación de <i>Listeria monocytogenes</i> , malos olores. Desinfección de frutas y verduras.	Efectivo control de <i>Listeria monocytogenes</i> (90ppm) y <i>Staphylococcus aureus</i> (90ppm), excelente control de bacterias patógenas, amplio espectro germicida, inhibición de mesófilos a partir de 50ppm de concentración. En concentración alta, su desempeño microbicida sobrepasa la desinfección y es cercano a la esterilización, diluye rápidamente los lípidos, efectivo en agua dura, producto muy estable, materias primas de calidad certificada sin riesgos de residuos de plomo, mercurio y fierro (su concentración de peróxido de hidrógeno es menor a la máxima permitida por USDA)



Sanitizante Gluta-Quat (sin ficha técnica)	Glutaraldehído + Sales de amonio de 5ta generación.	Efectivo sobre cepas de alta resistencia. Esta combinación de activos lo hace aún más efectivo que otros aldehídos.	Efecto corrosivo atenuado, buena protección residual, buena penetración, efectivo contra bacterias, virus, hongos y micobacterias.
--	---	---	--

Para lo anterior, se propusieron utensilios y equipo de protección de la empresa DIKEN International para hacer más eficiente el proceso (tabla 17). Guantes de nitrilo que protejan parte del brazo, cepillos con ángulo adecuado para tallar la pared y piso; para el techo un mango ajustable que permita alcanzar alturas de hasta 2 metros y un recolector de humedad. Todos estos utensilios se identificaron de acuerdo a un código de colores en el que se indicó el área donde se debe emplear cada uno (anexo 6) y se propuso un rack para que sean colgados después de usarse. Para aplicar el detergente se propuso utilizar una espumadora portátil para facilitar y mejorar su aplicación en paredes y techo; para el desinfectante se propuso un nebulizador con lo que se tendrá mayor área de contacto.

Tabla 17. Utensilios recomendados por DIKEN International y elegidos para la limpieza y desinfección de la embutidora.

UTENSILIO/EQUIPO	CARACTERISTICAS	
Guante	Guantes de nitrilo, 22mm de espesor y 38cm de largo. Con resistencia media a la abrasión y perforación. Ofrecen excelente destreza, protección y mayor resistencia a muchos tipos de productos químicos. No contiene proteínas de látex, Cuentan con flocado que proporciona buena absorción a la transpiración, facilita el enguantado y desenguantado.	
Cepillo para limpieza de pared	Angulo ajustable a 4 posiciones, materiales aprobados por FDA.	
Cepillo para limpieza de piso	25cm de largo. El ángulo de la rosca facilita la limpieza de abajo de máquinas y equipos. Bloque sólido de polipropileno y cerdas de poliéster. Materiales aprobados por FDA.	



Rack colgador para organizar artículos de limpieza	Construido de peso ligero, caucho durable. Ganchos colgantes plegables para artículos pequeños. Clips de presión que se adaptan a artículos de 5", 5/8", 1/4" de diámetro y 0.4-8.25lbs.	
Recolector de humedad para techos	Jalador de polipropileno para quitar condensados de techos de manera eficaz. Materia prima aprobada por FDA.	
Mango telescópico	Mango de aluminio de 1 a 2 m de altura ideal para escobas y jaladores, se adapta rápidamente a la longitud deseada.	
Espumadora portátil	Operación sencilla con aire comprimido entre 40 a 80 libras de presión en espiga con adaptador para conexión rápida. Genera 190 L / min de espuma por minuto. Equipada con regulador de aire, tubería en polipropileno, bomba dosificadora de doble diafragma especial para químicos y tanque PVC natural, graduado no presurizado. Estructura fabricada en plástico muy ligera. Alcance de distancia para proyectar la espuma de 10 metros. Largo de tubería de 10 metros	
Nebulizador Fogmaste Tri-Jet	Fabricado en aluminio, opera con corriente eléctrica de 110/220 voltios AC/DC. Cuenta con motor de 1 HP y recipiente de 3.79 litros. Con 3 espreas rotatorias. Proporciona flujo de salida de aproximadamente 300ml/minuto.	

4.7.2.2 Plan maestro de limpieza y desinfección

En la Figura 47 se muestra el formato propuesto para calendarizar y documentar las operaciones de limpieza y desinfección; antes se hicieron las siguientes observaciones:



- Ⓢ Los alimentos que se procesan en la planta son cortes de carne, jamón, chorizo, salchichas, etc. alimentos con alto contenido proteico, humedad y grasa; ideales para el crecimiento bacteriano.
- Ⓢ La limpieza de pisos se realiza cada semana y la profunda cada 6 meses; condiciones favorables para la producción de biopelículas si la materia orgánica no se retira con frecuencia además el flujo de personal es constante.
- Ⓢ La planta tiene sacrificios dos veces por semana y la carne permanece en las cámaras de refrigeración en espera de ser cortada por periodos de 2 días, dificultando la limpieza diaria debido atribuido a que no existe otra cámara a la que puedan transportarse las canales.
- Ⓢ El nivel de producción es bajo y permite que las cámaras de refrigeración sean vaciadas una vez a la semana para la limpieza de paredes y techos.
- Ⓢ La cámara de producto terminado no tiene inconvenientes; el producto circula de manera frecuente.
- Ⓢ En el caso de la cámara de congelación, se almacena una gran cantidad de producción y cortes de materia prima por tiempo indefinido y los congeladores industriales que hay en la embudidora no tienen la capacidad suficiente para almacenarla mientras se realizan las operaciones de limpieza.
- Ⓢ No hay alguna persona que supervise la preparación de las sustancias químicas, libere las superficies después de lavadas y desinfectadas, y que indique las acciones correctivas o preventivas en caso de ser necesario.

Con base a los puntos anteriores se estableció lo siguiente:

- ▣ En las cámaras de refrigeración y producto terminado se deberá realizar limpieza y desinfección de pisos de forma diaria y por lo menos 1 vez a la semana incluir paredes y techo.
- ▣ En la cámara de congelación se deberá realizar la limpieza y desinfección de piso mínimo 2 veces por semana y paredes y techo 1 vez al mes.
- ▣ El personal que realizará la operación debe tener claro el procedimiento y debe de ser supervisado durante la operación
- ▣ Se deben respetar las fechas indicadas en el plan maestro.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
 Taller de cárnicos
 "Plan Maestro de Limpieza y Desinfección de cámaras de conservación"

Código: DOC-CAR-003
 Revisión: 0
 Página 1 de 1

Mes _____

DESCRIPCION DEL TRABAJO	DOCUMENTO A SEGUIR	SUPERVISOR	Día																															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Limpieza y desinfección de rutina de <u>cámaras de refrigeración</u>																																		
Limpieza y desinfección de profunda de <u>cámaras de refrigeración</u>																																		
Limpieza y desinfección de rutina de <u>cámaras de congelación</u>																																		
Limpieza y desinfección de profunda de <u>cámaras de congelación</u>																																		

Detergente empleado	Desinfectante empleado
* FOAM CL= FCL	*Penta-Quat= PQ *Titan PLUS= TP

<i>Elaboró</i>	<i>Revisó</i>	<i>Autorizó</i>
Ana Lilia Guzmán Valenzuela		

Figura 47. Propuesta del plan maestro de limpieza y desinfección para las cámaras de conservación de la embudidora.

4.7.2.3 Procedimientos Estandarizados de Sanitización

A continuación se presentan los procedimientos pre-operativos y operativos estandarizados de sanitización redactados para las cámaras de refrigeración, congelación y producto terminado en los que se estableció lo siguiente:

- El personal debe estar capacitado en el uso correcto de utensilios, equipo de protección, aplicación de detergentes y desinfectantes; cómo actuar en caso de derrame y consientes que el trabajo que llevan a cabo es primordial para obtener un producto inocuo.
- Debe portar el equipo de protección completo antes de iniciar la operación.
- Debe de retirarse, o en todo caso cubrirse perfectamente el producto de las cámaras antes de iniciar el saneamiento para evitar cualquier tipo de contaminación.
- Utilizar el FOAM CL al 5% de concentración sólo como detergente y después utilizar un desinfectante.
- Rotar el desinfectante de acuerdo al plan maestro de limpieza y desinfección.
- Se recomienda aplicar la solución detergente de forma semiautomática con una espumadora para tener mayor cobertura y llegar a lugares de difícil acceso debido a que las cámaras no cuentan con terminaciones sanitarias, existiendo vigas, uniones, rota pies, etc., que dificultan la limpieza.
- Emplear fuerza mecánica en la limpieza para ayudar a remover las biopelículas presentes respetando el código de colores de los utensilios.
- Para la aplicación del desinfectante se sugiere aplicarlo con un aspersor para tener amplia difusión.
- El personal que realiza la limpieza y desinfección debe ser diferente al que hace la revisión para que haya más objetividad.
- Debe existir personal capacitado para dar acciones preventivas y correctivas oportunas.



	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO Taller de Cárnicos “Procedimiento Estandarizado de Sanidad Preoperativa para cámaras de refrigeración(ovinos, bovinos y producto terminado)”	Código: PL-CAR-001 Revisión: 0 Página: 1 de 9
---	---	--

**“PROCEDIMIENTO ESTANDARIZADO DE SANIDAD PREOPERATIVA PARA CÁMARAS DE REFRIGERACIÓN”
(Ovinos, bovinos y producto terminado)”**

Contenido:		
Sección	Descripción	No. de página
1	Objetivo	
2	Alcance	
3	Responsabilidades	
4	Definiciones	
5	Método de trabajo	
	5.1 Ambiente de trabajo	
	5.2 Normatividad aplicable	
	5.3 Descripción de actividades de limpieza y desinfección de rutina	
	5.4 Descripción de actividades de limpieza y desinfección profunda	
6	Registros	
7	Anexos	

Control de modificaciones		
<i>Revisión</i>	<i>Fecha</i>	<i>Descripción del cambio</i>
0	30/03/15	Documento nuevo.

Control de Firmas		
<i>Elaboró</i>	<i>Revisó</i>	<i>Autorizó</i>
Ana Lilia Guzmán Valenzuela	MVZ Responsable de sanidad	Responsable de embutidora



	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO Taller de Cárnicos “Procedimiento Estandarizado de Sanidad Preoperativa para cámaras de refrigeración (ovinos, bovinos y producto terminado)”	Código: PL-CAR-001 Revisión: 0 Página: 2 de 9
---	--	--

1. Objetivo

Describir las actividades necesarias para realizar de forma correcta la limpieza y desinfección de piso, paredes y techo de las cámaras de refrigeración (cámara de ovinos, bovinos y producto terminado) con la finalidad de estandarizar el proceso y asegurar que la materia prima y producto terminado se encuentren libres de contaminación.

2. Alcance

Este procedimiento aplica al personal involucrado y responsable de realizar la limpieza y desinfección de las áreas de proceso y cámaras de conservación.

3. Responsabilidades

3.1 Del supervisor de sanidad: Proporcionar el equipo, químicos e instrumentos necesarios para llevar a cabo el procedimiento. Establecer, distribuir y verificar el cumplimiento del presente procedimiento así como la actualización del mismo.

3.2 Del personal encargado de realizar la limpieza y desinfección: Realizar la limpieza y desinfección de las cámaras de conservación de acuerdo a lo establecido en este procedimiento.

4. Definiciones

4.1 Contaminación cruzada: es la contaminación que se produce por la presencia de materia extraña, sustancias tóxicas o microorganismos procedentes de una etapa, un proceso o un producto diferente.

4.2 Desinfección: reducción del número de microorganismos presentes por medio de agentes químicos y/o métodos físicos a un nivel que no comprometa la inocuidad o la aptitud del alimento, debida o suplemento alimenticio.

4.3 Desinfectante: Agente químico empleado para eliminar de superficies inanimadas microorganismos patógenos, con excepción de esporas, endoesporas y otras formas o estructuras de resistencia.

4.4 Detergente: mezcla de sustancias de origen sintético, cuya función es abatir la tensión superficial del agua, ejerciendo una acción humectante, emulsificante y dispersante, facilitando la eliminación de mugre y manchas.

4.5 Limpieza: acción que tiene por objeto quitar la suciedad.



	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO Taller de Cárnicos "Procedimiento Estandarizado de Sanidad Preoperativa para cámaras de refrigeración(ovinos, bovinos y producto terminado)"</p>	<p>Código: PL-CAR-001 Revisión: 0 Página: 3 de 9</p>
---	---	---

5. Método de Trabajo

Equipo	Químicos	Utensilios	Equipo de Seguridad
*Espumadora *Nebulizador	Ver anexo 7.2 "Preparación de químicos para la limpieza y desinfección de cámaras de conservación". DOC-CAR-002	Ver anexo 7.1 "Código de colores para equipo y utensilios de limpieza en cámaras de conservación". DOC-CAR-001	Ver anexo 7.1 "Código de colores para equipo y utensilios de limpieza en cámaras de conservación". DOC-CAR-001

5.1 Ambiente de trabajo

Factores	Condición necesaria
<ul style="list-style-type: none"> BPM's 	Personal: Cabello corto y/o recogido, no barba, no uso de joyería, uñas cortas, aseo diario, uniforme completo y limpio.

5.2 Normatividad aplicable

NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.

5.3 Descripción de actividades LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE RUTINA (pisos)

No.	Responsable	Actividad	Documentos de trabajo/ Registros
5.3.1	Personal de limpieza	5.3.1 Factores a controlar Retirar la materia prima o producto terminado que se encuentre en el área o cubrirlo perfectamente con película plástica; desconectar aparatos y proteger contactos eléctricos. El personal debe portar el equipo de protección (mandil y guantes). Usar utensilios de limpieza respetando el código de colores.	"Código de colores para equipo y utensilios de limpieza en cámaras de conservación" DOC-CAR-001
5.3.2	Personal de limpieza	5.3.2 Recolección de basura Barrer la suciedad más grande con cepillo para piso y recogedor.	DOC-CAR-001



	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO Taller de Cárnicos “Procedimiento Estandarizado de Sanidad Preoperativa para cámaras de refrigeración(ovinos, bovinos y producto terminado)”	Código: PL-CAR-001 Revisión: 0 Página: 4 de 9
---	---	--

No.	Responsable	Actividad	Documentos de trabajo/ Registros
5.3.3	Personal de limpieza	5.3.3 Preenjuague Cubrir el piso con agua (°T máx.=60°C) y tallar enérgicamente hasta eliminar la suciedad.	
5.3.4	Personal de limpieza Supervisor de sanidad	5.3.4 Preparación de detergente En una cubeta poner la cantidad de agua y detergente que se marca en el documento “Preparación de químicos para limpieza y desinfección de cámaras de conservación” El supervisor de sanidad debe verificar la preparación y dejar evidencia en el documento “Registro de verificación de limpieza y desinfección”.	<i>“Preparación de químicos para la limpieza y desinfección de cámaras de conservación”.</i> DOC-CAR-002 <i>“Registro de verificación de limpieza y desinfección”</i> DOC-CAR-003
5.3.5	Personal de limpieza	5.3.5 Lavado Aplicar la solución detergente por todo el piso, dejar que actúe por 15 minutos y tallar enérgicamente.	
5.3.6	Personal de limpieza	5.3.6 Enjuague Enjuagar con abundante agua (°T máx.= 60°C) y retirar el exceso con un jalador.	
5.3.7	Supervisor de sanidad	5.3.7 Liberación del lavado Al terminar el lavado se debe dar aviso al supervisor para que verifique que el piso haya quedado libre de materia orgánica, inorgánica y químicos. De lo contrario debe lavarse nuevamente el área o puntos específicos que indique el supervisor hasta que quede completamente limpio. Debe quedar evidenciado en el documento “Registro de verificación de limpieza y desinfección de cámaras de conservación”.	<i>“Registro de verificación de limpieza y desinfección”</i> DOC-CAR-003
5.3.8	Personal de limpieza	5.3.8 Preparación de desinfectante En una cubeta poner la cantidad de agua y desinfectante que se marca en el documento “Preparación de químicos para limpieza y desinfección de cámaras de conservación” el supervisor debe verificar la preparación.	<i>“Preparación de químicos para la limpieza y desinfección de cámaras de conservación”.</i> DOC-CEA-CAR-002
5.3.9	Personal de limpieza	5.3.9 Desinfección Aplicar la solución desinfectante sobre el piso y dejar actuar por 15 minutos.	



	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO Taller de Cárnicos “Procedimiento Estandarizado de Sanidad Preoperativa para cámaras de refrigeración(ovinos, bovinos y producto terminado)”	Código: PL-CAR-001 Revisión: 0 Página: 5 de 9
---	---	--

No.	Responsable	Actividad	Documentos de trabajo/ Registros
5.3.10	Supervisor de sanidad	5.3.10 Liberación de limpieza y desinfección. Al terminar la desinfección avisar al supervisor de sanidad para que verifique que se haya realizado de forma correcta y dejar evidencia.	<i>“Registro de verificación de limpieza y desinfección”</i> REG-CAR-001
5.3.11	Personal de limpieza	5.3.11 Enjuague de utensilios Al término del procedimiento se deberán enjuagar los utensilios empleados hasta retirar los residuos orgánicos y/o químicos y colgarse en el lugar establecido.	

5.4 Descripción de actividades para LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN PROFUNDA (pisos, paredes y techo)

No.	Responsable	Actividad	Documentos de trabajo/ Registros
5.4.1	Personal de limpieza	5.4.1 Factores a controlar Seguir lo mencionado en el punto 5.3.1	
5.4.2	Personal de limpieza	5.4.2 Recolección de basura Seguir lo mencionado en el punto 5.3.2	
5.4.3	Personal de limpieza	5.4.3 Preenjuague Usar agua caliente ($^{\circ}T$ máx.= 60 $^{\circ}C$) rociar techo, paredes y piso y tallar con el cepillo correspondiente hasta eliminar la suciedad, cuidando de llegar a todas las orillas.	<i>“Código de colores para equipo y utensilios de limpieza en cámaras de conservación”</i> DOC-CAR-001
5.4.4	Personal de limpieza	5.4.4 Preparación de detergente En una cubeta poner la cantidad de agua y detergente que se marca en el documento <i>“Preparación de químicos para limpieza y desinfección de cámaras de conservación”</i> . Colocarlo en la maquina espumadora.	<i>“Preparación de químicos para la limpieza y desinfección de cámaras de conservación”</i> . DOC-CAR-002
5.4.5	Personal de limpieza	5.4.5 Lavado Aplicar la solución detergente con espumadora cubriendo toda la cámara y dejar actuar por 15 minutos. Tallar enérgicamente comenzando por el techo continuando con las paredes y el piso.	



		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO Taller de Cárnicos “Procedimiento Estandarizado de Sanidad Preoperativa para cámaras de refrigeración (ovinos, bovinos y producto terminado)”	Código: PL-CAR-001 Revisión: 0 Página: 6 de 9
No.	Responsable	Actividad	Documentos de trabajo/ Registros
5.4.6	Personal de limpieza	5.4.6 Enjuague Enjuagar con abundante agua (°T máx.= 60°C) y retirar el exceso con un jalador, en el caso del techo se realizará con el retirador de condensados.	
5.4.7	Supervisor de sanidad	5.4.7 Liberación del lavado Seguir lo mencionado en el punto 5.3.7	
5.4.8	Personal de limpieza	5.4.8 Preparación del desinfectante En una cubeta poner la cantidad de agua y desinfectante que se marca en el documento “Preparación de químicos para limpieza y desinfección de cámaras de conservación”. Posteriormente colocarlo en el nebulizador. El supervisor debe verificar la preparación.	<i>“Registro de verificación de limpieza y desinfección”</i> REG-CAR-001
5.4.9	Personal de limpieza	5.4.9 Aplicación de desinfectante. Aplicar el desinfectante con el nebulizador, rociando por toda la cámara por aproximadamente 2 minutos.	
5.4.10	Supervisor de sanidad	5.4.10 Liberación de limpieza y desinfección. Seguir lo mencionado en el punto 5.3.10	
5.4.11	Personal de limpieza	5.4.11 Enjuague de utensilios Seguir lo mencionado en el punto 5.3.11	

6. Registros

No.	Documento	No. de Control	Responsable de su Custodia
1	Registro de Verificación de Limpieza y desinfección en cámaras de conservación	REG-CAR-001	Supervisor de sanidad

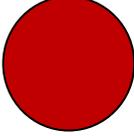
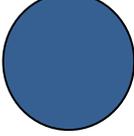
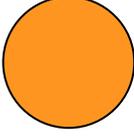
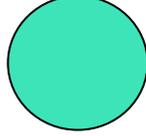
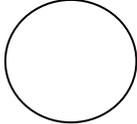
7. Anexos

No.		No. de Control
1	Código de colores para equipo y utensilios de limpieza en cámaras de conservación	DOC-CAR-001
2	Preparación de químicos para la limpieza y desinfección de cámaras de conservación	DOC-CAR-002
3	Registro de Verificación de Limpieza y desinfección en cámaras de conservación	REG-CAR-001



Anexo 7.1 Código de colores para equipo y utensilios de limpieza en cámaras de conservación.

	<p align="center">UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO Centro de Enseñanza Agropecuaria Taller de Cárnicos “Código de colores para equipo y utensilios de limpieza en cámaras de conservación”</p>	<p>Código: DOC-CAR-001 Revisión: 0 Página: 7 de 9</p>
---	---	--

ÁREA	UTENSILIOS Y EQUIPO	COLOR
<p align="center">Cámara de refrigeración de OVINOS.</p>	<p align="center">-Cepillos - Jalador -Recolector de humedad para techo. -cubeta -pala</p>	
<p align="center">Cámara de refrigeración de BOVINOS.</p>	<p align="center">-Cepillos - Jalador -Recolector de humedad para techo. -cubeta. -pala</p>	
<p align="center">Cámara de CONGELACIÓN Y PRODUCTO TERMINADO.</p>	<p align="center">-Cepillos - Jalador para piso. -Recolector de humedad para techo. -cubeta. -pala</p>	
<p align="center">Cámaras de conservación</p>	<p align="center">Guantes de nitrilo</p>	
<p align="center">Cámaras de conservación</p>	<p align="center">Mandiles</p>	



Anexo 7.2 Preparación de químicos para la limpieza y desinfección de cámaras de conservación.

	<p align="center">UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO Centro de Enseñanza Agropecuaria Taller de Cárnicos “Preparación de químicos para la limpieza y desinfección de cámaras de conservación “</p>	<p>Código: DOC-CAR-002 Revisión: 0 Página: 8 de 9</p>
---	--	--

Nombre del químico	Aplicación	Concentración	Cantidad de agua	Cantidad de químico	Tiempo de reposo	¿Es necesario enjuagar?
<p align="center">FOAM CL <i>Detergente</i></p>	<p><i>Limpieza para cámaras de ovino, bovinos y producto terminado</i></p>	<p align="center">1%</p>	<p align="center">10 L</p>	<p align="center">100 ml</p>	<p align="center">15 minutos</p>	<p align="center">Si</p>
<p align="center">FREEZE KLEEN <i>Detergente</i></p>	<p><i>Limpieza cámara de congelación</i></p>	<p align="center">50%</p>	<p align="center">10 L</p>	<p align="center">5 L</p>	<p align="center">---</p>	<p align="center">No</p>
<p align="center">TITAN 15% <i>Desinfectante</i></p>	<p><i>Desinfección para todas las cámaras de conservación</i></p>	<p align="center">100 ppm</p>	<p align="center">10 L</p>	<p align="center">6.6 ml</p>	<p align="center">15 minutos</p>	<p align="center">No</p>
<p align="center">GLUTA-QUAT <i>Desinfectante</i></p>	<p><i>Desinfección para todas las cámaras de conservación</i></p>	<p align="center">200 ppm</p>	<p align="center">10L</p>	<p align="center">20 ml</p>	<p align="center">15 minutos</p>	<p align="center">No</p>



Anexo 7.3 Formato de liberación de limpieza y desinfección de cámaras de conservación

	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO Centro de Enseñanza Agropecuaria Taller de Cárnicos “Formato de liberación de limpieza y desinfección de cámaras de conservación “</p>	<p>Código: REG-CAR-001 Revisión: 0 Página: 9 de 9</p>
---	---	--

FECHA: _____

QUIMICOS

NOMBRE DEL QUIMICO	CANTIDAD DE QUIMICO	CANTIDAD DE AGUA	CONCENTRACIÓN	PREPARADO POR	SUPERVISADO POR

BITACORA

PERSONAL QUE REALIZA LA LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN	HORA DE INICIO DE LA OPERACIÓN	HORA DE TERMINO DE LA OPERACIÓN	SUPERVISADO POR

SUPERFICIE	1er RECORRIDO	2do RECORRIDO	CAUSA	ACCION CORRECTIVA
	LIBERADA SC/ NC	LIBERADA SC/ NC		
PAREDES SIN PRESENCIA DE MATERIA ORGÁNICA O QUIMICO				
PISO SIN PRESENCIA DE MATERIA ORGÁNICA O QUIMICO				
TECHOS SIN PRESENCIA DE MATERIA ORGÁNICA O QUIMICO				
RIELES SIN PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA O QUIMICO				

S/C= Si cumple N/C= No Cumple



	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO Taller de Cárnicos “Procedimiento Estandarizado de Sanidad Preoperativa para cámaras de congelación”	Código: PL-CAR-001 Revisión: 0 Página: 1 de 6
---	---	--

“PROCEDIMIENTO ESTANDARIZADO DE SANIDAD PREOPERATIVA PARA CÁMARA DE CONGELACIÓN”

Contenido:		
Sección	Descripción	No. de página
1	Objetivo	
2	Alcance	
3	Responsabilidades	
4	Terminología y definiciones	
5	Método de trabajo	
	5.1 Infraestructura	
	5.2 Ambiente de trabajo	
	5.3 Normatividad aplicable	
	5.4 Descripción de actividades de limpieza y desinfección de rutina	
	5.5 Descripción de actividades de limpieza y desinfección profunda	
6	Registros	
7	Anexos	

Control de modificaciones		
Revisión	Fecha	Descripción del cambio
0	30/03/15	Documento nuevo.

Control de Firmas		
Elaboró	Revisó	Autorizó
Ana Lilia Guzmán Valenzuela	Supervisor de Sanidad	Responsable de embutidora



	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO Taller de Cárnicos "Procedimiento Estandarizado de Sanidad Preoperativa para cámaras de congelación"</p>	<p>Código: PL-CAR-001 Revisión: 0 Página: 2 de 9</p>
---	--	---

1. Objetivo

Describir las actividades necesarias para realizar de forma correcta la limpieza y desinfección del piso, paredes y techo de las cámaras de congelación con la finalidad de estandarizar el proceso y asegurar que la materia prima y producto terminado se encuentren libres de contaminación.

2. Alcance

Aplica al personal involucrado y responsable de realizar la limpieza y desinfección de las áreas de proceso y cámaras de conservación.

3. Responsabilidades

3.3 Del supervisor de sanidad: Proporcionar el equipo, químicos e instrumentos necesarios para llevar a cabo el procedimiento. Establecer, distribuir y verificar el cumplimiento del presente procedimiento así como la actualización del mismo.

3.4 Del personal encargado de realizar la limpieza y desinfección: Realizar la limpieza y desinfección de los pisos de las cámaras de conservación de acuerdo a lo establecido en este procedimiento.

4. Definiciones

4.6 Contaminación cruzada: es la contaminación que se produce por la presencia de materia extraña, sustancias tóxicas o microorganismos procedentes de una etapa, un proceso o un producto diferente.

4.7 Desinfección: la reducción del número de microorganismos presentes, por medio de agentes químicos y/o métodos físicos a un nivel que no comprometa la inocuidad o la aptitud del alimento, debida o suplemento alimenticio.

4.8 Desinfectante: Agente químico empleado para eliminar de superficies inanimadas microorganismos patógenos, con excepción de esporas, endoesporas y otras formas o estructuras de resistencia.

4.9 Detergente: mezcla de sustancias de origen sintético, cuya función es abatir la tensión superficial del agua, ejerciendo una acción humectante, emulsificante y dispersante, facilitando la eliminación de mugre y manchas.



	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO Taller de Cárnicos “Procedimiento Estandarizado de Sanidad Preoperativa para cámaras de refrigeración(ovinos, bovinos y producto terminado)”</p>	<p>Código: PL-CAR-001 Revisión: 0 Página: 3 de 6</p>
---	---	---

4.10 Limpieza: acción que tiene por objeto quitar la suciedad.

5 Método de Trabajo

Equipo	Químicos	Utensilios	Equipo de Seguridad
<ul style="list-style-type: none"> • Espumadora • Nebulizador 	<p>Ver anexo 7.2 “Preparación de químicos para la limpieza y desinfección de cámaras de conservación”. DOC-CAR-002</p>	<p>Ver anexo 7.1 “Código de colores para equipo y utensilios de limpieza en cámaras de conservación”. DOC-CAR-001</p>	<p>Ver anexo 7.1 “Código de colores para equipo y utensilios de limpieza en cámaras de conservación”. DOC-CAR-001</p>

5.1 Ambiente de trabajo

Factores	Condición necesaria
<ul style="list-style-type: none"> • BPM's 	<p>Personal: Cabello corto y/o recogido, no barba, no uso de joyería, uñas cortas, aseo diario, uniforme completo y limpio.</p>

5.2 Normatividad aplicable

NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.

5.3 Descripción de actividades LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE RUTINA (pisos)

No.	Responsable	Actividad	Documentos de trabajo/ Registros
5.4.1	Personal de limpieza	<p>4.4.1 Factores a controlar Retirar la materia prima o producto terminado que se encuentre en el área o cubrir perfectamente con película plástica. Desconectar aparatos y proteger contactos eléctricos. El personal debe portar el equipo de protección (mandil y guantes). Usar utensilios de limpieza respetando el código de colores. No es necesario apagar la cámara de congelación.</p>	<p>“Código de colores para equipo y utensilios de limpieza en cámaras de conservación” DOC-CAR-001</p>



	<p align="center">UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO Taller de Cárnicos "Procedimiento Estandarizado de Sanidad Preoperativa para cámaras de refrigeración(ovinos, bovinos y producto terminado)"</p>	<p>Código: PL-CAR-001 Revisión: 0 Página: 3 de 6</p>
---	--	---

No.	Responsable	Actividad	Documentos de trabajo/ Registros
5.4.2	Personal de limpieza	<p>5.4.2 Recolección de basura Barrer la suciedad más grande con cepillo para piso y recogedor del color indicado en el documento "<i>código de colores para equipo y utensilios de limpieza en cámaras de conservación</i>".</p>	<p><i>"Código de colores para equipo y utensilios de limpieza en cámaras de conservación"</i> DOC-CAR-001</p>
5.4.4	Personal de limpieza Supervisor de Sanidad	<p>5.4.3 Preparación de químico En una cubeta poner la cantidad de agua y del químico que se marca en el documento "<i>Preparación de químicos para limpieza y desinfección de cámaras de conservación</i>". El supervisor de sanidad debe verificar la preparación y dejar evidencia en el documento "<i>Registro de verificación de limpieza y desinfección</i>"</p>	<p><i>"Preparación de químicos para la limpieza y desinfección de cámaras de conservación"</i>. DOC-CAR-002</p> <p><i>"Registro de verificación de limpieza y desinfección"</i> DOC-CAR-003</p>
5.4.4	Personal de limpieza	<p>5.4.4 Lavado/desinfección Aplicar la solución de atrás hacia delante de la cámara y tallar hasta que disminuya su fuerza limpiadora, después arrastrar hasta la coladera y poner más producto. No necesita enjuague.</p>	
5.4.5	Supervisor de sanidad	<p>5.4.5 Liberación del lavado/desinfección Al terminar el lavado se debe dar aviso al supervisor de sanidad para que verifique que el piso haya quedado libre de materia orgánica, inorgánica y químicos. De lo contrario debe lavarse nuevamente el área o puntos específicos que indique el supervisor hasta que quede completamente limpio. Esto debe quedar evidenciado en el documento "<i>Registro de verificación de limpieza y desinfección de cámaras de conservación</i>"</p>	<p><i>"Registro de verificación de limpieza y desinfección"</i> DOC-CAR-003</p>



5.5 Descripción de actividades LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN PROFUNDA (piso, paredes y techo)

No.	Responsable	Actividad	Documentos de trabajo/ Registros
5.5.1	Personal de limpieza	5.5.1 Factores a controlar Seguir lo mencionado en el punto 5.4.1	
5.5.2	Personal de limpieza	5.5.2 Recolección de basura Seguir lo mencionado en el punto 5.4.2	
5.5.3	Personal de limpieza Supervisor de sanidad	5.5.3 Preparación de químico En una cubeta poner la cantidad de agua y del químico que se marca en el documento <i>"Preparación de químicos para limpieza y desinfección de cámaras de conservación"</i> . El supervisor de sanidad debe verificar la preparación y dejar evidencia en el documento <i>"Registro de verificación de limpieza y desinfección"</i>	<i>"Preparación de químicos para la limpieza y desinfección de cámaras de conservación"</i> . DOC-CAR-002 <i>"Registro de verificación de limpieza y desinfección"</i> DOC-CAR-003
5.5.4	Personal de limpieza	5.5.4 Limpieza/desinfección Tallar enérgicamente comenzando por el techo continuando con las paredes y por último el piso, en este caso aplicar la solución comenzando de atrás hacia delante de la cámara y tallar hasta que disminuya su fuerza limpiadora, después arrastrar hasta la coladera y poner más producto. No necesita enjuague.	
	Supervisor de sanidad	5.5.5 Liberación de Limpieza/desinfección Al terminar el lavado se debe dar aviso al supervisor de sanidad para que verifique que el piso haya quedado libre de materia orgánica, inorgánica y químicos. De lo contrario debe lavarse nuevamente el área o puntos específicos que indique el supervisor hasta que quede completamente limpio. Esto debe quedar evidenciado en el documento <i>"Registro de verificación de limpieza y desinfección de cámaras de conservación"</i>	<i>"Registro de verificación de limpieza y desinfección"</i> DOC-CAR-003



CONCLUSIONES

- Se consiguió diagnosticar la presencia de bacterias productoras de biopelícula en las cámaras de conservación, principalmente Gram positivas esporuladas pertenecientes a los siguientes géneros: *Bacillus coagulans*, *Bacillus circulans*, *Bacillus sphaericus*, *Plesiomona shigelloides*, *Micrococcus luteus* y *Staphylococcus epidermis*.
- Se diagnosticaron 9 cepas con alta capacidad de producción de biopelícula y 29 cepas con capacidad de producción moderada.
- Al evaluar el FOAM CL al 1% en las 9 cepas con alta producción de biopelícula; solo 3 cepas fueron inhibidas al 100% mientras que en las 6 cepas restantes hubo un porcentaje de inhibición máximo del 60%.
- Al aumentar la concentración del FOAM CL al 10% y evaluarlo en las 6 cepas sobrevivientes, se elevó su porcentaje de inhibición al 80%. Por lo tanto, a las condiciones evaluadas, el FOAM CL no es eficaz para realizar la limpieza y desinfección en un solo paso pues debe inhibir al 99.99% las bacterias presentes.
- Se logró hacer un diagnóstico higiénico-sanitario de las cámaras de conservación basado en normatividad mexicana que permitió conocer las principales deficiencias de la embudidora para realizar las recomendaciones adecuadas en los POES.
- En instalaciones y almacenamiento se obtuvo el 43% de cumplimiento, en esta área hay fuertes deficiencias principalmente por no contar con charcas sanitarias, existir desgaste en las superficies de las cámaras, ranuras, bordes, vigas con corrosión y estantería que no es de acero inoxidable.
- El área de limpieza y desinfección cumplió el 56% ya que el personal no se basa en ningún procedimiento para realizar la limpieza y desinfección, no se cuenta con utensilios y equipo que permitan una limpieza adecuada. No hay una clasificación de los mismos por código de colores, hace falta capacitación del personal en el uso de detergentes y desinfectantes y concientización de la importancia de la operación.
- Todas estas incidencias son factores cruciales en los resultados microbiológicos y en el anclaje de las bacterias formadoras de biopelícula para lo que es necesario una correcta selección de químicos, de limpieza y desinfección, elegir la forma correcta de aplicación, el tiempo de exposición, etc., y de esta manera asegurar el saneamiento.



RECOMENDACIONES

- Evaluar los desinfectantes propuestos en bacterias patógenas posibles de encontrar en la industria cárnica.
- Realizar una curva de crecimiento bacteriana para que se evalúen en una etapa específica, por ejemplo la fase estacionaria que es donde los microorganismos generan mecanismos de resistencia frente a factores de estrés.
- Evaluar los desinfectantes en esporas bacterianas a diferente concentración, tiempo y temperatura de exposición para corroborar su efecto sobre estas.
- Colocar barreras físicas en la planta que eviten la entrada de microorganismos, así como charcas sanitarias, estantería adecuada y dar mantenimiento a las cámaras de conservación.
- Realizar el saneamiento como lo indican los procedimientos operativos de sanidad para obtener los mejores resultados en la eliminación y prevención de bacterias productoras de biopelícula.
- Realizar un programa de hisopado donde se incluyan las cámaras de conservación y otras superficies de contacto directo e indirecto para evaluar la efectividad del procedimiento de limpieza y desinfección.



ANEXOS

ANEXO 1. PUNTOS CRÍTICOS MUESTREADOS POR CÁMARA Y NOMENCLATURA DE CEPAS ELEGIDAS PARA SIEMBRA EN CALDO BHI.

Tabla 1. Puntos con riesgo de tener microorganismos formadores de biopelícula en cámara de ovinos.

SUPERFICIE DE MUESTREO	NO. MUESTRA	LUGAR DE MUESTREO	NO. DE CEPAS AISLADAS	NOMENCLATURA
Pared 1	1	Viga I	3	Ov-1
	2	Esquina I	2	Ov-2
	3	Viga II	2	Ov-3
Pared 2	4	Esquina I	2	Ov-4
	5	Esquina II	2	Ov-5
	6	Viga I	2	Ov-6
Pared 3	7	Esquina I	2	Ov-7
	8	Viga I	2	Ov-8
	9	Viga II	2	Ov-9
Pared 4	10	Viga I	2	Ov-10
	11	Centro	2	Ov-11
	12	Viga II	2	Ov-12
Piso	13	Esquina I	2	Ov-13
	14	Esquina II	2	Ov-14
	15	Esquina III	2	Ov-15
Techo	16	Carril 1 derecha	2	Ov-16
	17	Carril 2 izquierda	2	Ov-17
	18	Viga detrás del evaporador	2	Ov-18
TOTAL DE CEPAS AISLADAS			37	

Tabla 2. Puntos con riesgo de tener microorganismos formadores de biopelícula en cámara de bovinos.

SUPERFICIE	NO. MUESTRA	LUGAR DE MUESTREO	# DE COLONIAS AISLADAS	NOMENCLATURA
Piso	1	Esquina I	2	Bo-1
	2	Esquina II	2	Bo-2
	3	Esquina III	2	Bo-3
Pared 1	4	Puerta	2	Bo-4
	5	Tornillos	2	Bo-5
	6	Costado de puerta	2	Bo-6
Pared 2	7	Parte inferior derecha	2	Bo-7
	8	Ranura	2	Bo-8
	9	Tornillos inferiores	3	Bo-9,1
Pared 3	10	Ranuras parte baja I	1	Bo-10
	11	Ranuras parte baja II	2	Bo-11
	12	Ranuras parte media	2	Bo-12
Pared 4	13	Detrás de viga	2	Bo-13
	14	Costado de puerta	2	Bo-14
	15	Entre viga y puerta	1	Bo-15
Techo	16	Carril 1	2	Bo-16
	17	Carril 2	1	Bo-17
	18	Detrás de evaporador	1	Bo-18
TOTAL DE CEPAS AISLADAS			33	



Tabla 3. Puntos con riesgo de tener microorganismos formadores de biopelícula en cámara de congelación.

LUGAR DE MUESTREO	# DE MUESTRA	LUGAR DE MUESTREO	# DE COLONIAS AISLADAS	NOMENCLATURA
Pared 1	1	Esquina I	2	Co-1
	2	Esquina II	2	Co-2
	3	Esquina III	2	Co-3
Pared 2	4	Detrás de evaporador	2	Co-4
	5	Ranura parte media	2	Co-5
	6	Parte trasera del evaporador	2	Co-6
Pared 3	7	Lado izquierdo puerta parte baja	2	Co-7
	8	Parte superior	2	Co-8
	9	Alrededor de la manija	2	Co-9
Pared 4	10	Tornillo superior izquierdo	1	Co-10
	11	Ranura izquierda	2	Co-11
	12	Esquina inferior izquierda	2	Co-12
Piso	13	Ranura detrás del hielo	1	Co-13
	14	Ranura de la puerta	2	Co-14
	15	Centro parte alta	2	Co-15
Techo	16	Unión de tornillos	2	Co-16
	17	En frente del evaporador	2	Co-17
	18	Parte frontal izquierda	2	Co-18
TOTAL DE CEPAS AISLADAS			35	

Tabla 4. Puntos con riesgo de tener microorganismos formadores de biopelícula en cámara de producto terminado

LUGAR DE MUESTREO	# DE MUESTRA	LUGAR DE MUESTREO	# DE COLONIAS AISLADAS	NOMENCLATURA
Pared 1	1	Ranura	2	PT-1
	2	Esquina I	2	PT-2
	3	Esquina II	2	PT-3
Pared 2	4	Mariposa al lado evaporador	2	PT-4
	5	Ranura I	2	PT-5
	6	Ranura II	2	PT-6
Pared 3	7	Esquina I	2	PT-7
	8	Parte inferior media	2	PT-8
	9	Esquina II	2	PT-9
Pared 4	10	Centro	2	PT-10
	11	Detrás de evaporador	2	PT-11
	12	Esquina III	2	PT-12
Piso	13	Estructura metálica	2	PT-13
	14	Esquina I	2	PT-14
	15	Esquina pared II	1	PT-15
Techo	16	Foco	2	PT-16
	17	Foco	2	PT-17
	18	Centro	2	PT-18
TOTAL DE CEPAS AISLADAS			35	



ANEXO 2. RESULTADOS DE PRUEBAS BIOQUÍMICAS

Tabla 1. Resultados de pruebas bioquímicas cepas de cámara de ovinos.

Cepa	Forma	Espora	Gram	Oxidasa	Catalasa	Prueba OF		Fermentación de glucosa		Lic. de gel.	Citrato	VP	Movilidad	Indol	Sulfuro	Nitrato	Urea	LIA	
						Abierto	Cerrado	resultado	con gas									Descarboxilación	Desaminación
Ov-1	Bacilo	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-
Ov-3	Bacilo	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-
Ov-4	Bacilo	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
Ov-4	Bacilo	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-
Ov-5	Bacilo	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
Ov-6	Bacilo	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-
Ov-9	Bacilo	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-
Ov-11	Bacilo	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-
Ov-12	Bacilo	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	+	-
Ov-16	Bacilo	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-



Tabla 2. Resultados de pruebas bioquímicas cepas de cámara de bovinos.

Cepa	Forma	Espora	Gram	Oxidasa	Catalasa	Prueba DF		fermentación de glucosa		lic. de gel.	Citrato	VP	Movilidad	Indol	Sulfuro	Nitrito	Urea	LIA	
						Abierto	Cerrado	Resultado	con gas									Descarboxilación	Desaminación
Bo-1	Bacilo	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
Bo-4	Bacilo	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-
Bo-5	Bacilo	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-
Bo-6	Bacilo	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-
Bo-7	Cocos	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bo-9	Bacilo	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-
Bo-9	Bacilo	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
Bo-11	Bacilo	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Bo-12	Bacilo	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-
Bo-14	Cocos	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
Bo-16	Bacilo	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
Bo-16	Bacilo	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-



Tabla 3. Resultados de pruebas bioquímicas cepas de cámara de congelación.

Cepa	Forma	Espora	Gram	Oxidasa	Catalasa	Prueba OF		Fermentación de glucosa		Lic. de gel.	Citrato	UP	Movilidad	Indol	Sulfuro	Nitrito	Urea	LIA	
						Abierto	Cerrado	resultado	con gas									Descarboxilación	Desaminación
Co-1	Bacilo	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
Co-2	Bacilo	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
Co-5	Bacilo	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Co-6	Bacilo	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-
Co-8	Bacilo	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
Co-9	Bacilo	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
Co-11	Bacilo	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
Co-12	Bacilo	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
Co-14	Bacilo	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-
Co-15	Bacilo	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Co-16	Bacilo	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
Co-17	Bacilo	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Co-18	Bacilo	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-



Tabla 4. Resultados de pruebas bioquímicas cepas de cámara de producto terminado.

Cepa	Forma	Espora	Gram	Oxidas	Catalas	Prueba OF		Fermentación de glucosa		Lic. de gel.	Citrato	UP	Movilidad	Indol	Sulfuro	Nitrito	Urea	LIA	
						Abierto	Cerrado	resultado	con gas									Descarboxilación	Desaminación
PT-2	Bacilo	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-	+	+	-	-
PT-3	Bacilo	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
PT-4	Bacilo	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
PT-6	Bacilo	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
PT-7	Bacilo	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
PT-8	Bacilo	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
PT-11	Bacilo	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-
PT-11	Bacilo	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
PT-13	Bacilo	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-
PT-14	Bacilo	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-
PT-15	Cocos	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



ANEXO 3. FICHA TÉCNICA DEL LIMPIADOR DESINFECTANTE FOAM CL

FOAM CL

Detergente alcalino clorado líquido, súper espumante, para limpieza de equipo de proceso.

APLICACIONES

FOAM CL es un detergente especialmente formulado para limpieza por contacto, ya sea manual o por medio de nuestros equipos dosificadores, en llenadoras, pasteurizadores de túnel, transportadores, pisos, paredes, tanques, cámaras de ahumado, cámaras de refrigeración, equipo en general y áreas de difícil acceso en plantas de alimentos y bebidas.

CARACTERÍSTICAS	VENTAJAS	BENEFICIOS
Detergente alcalino clorado	Buena remoción de grasas proteínas y carbohidratos	Superficies más limpias y libres de contaminantes. Mejor calidad en su producto terminado.
Producto súper espumante	Elimina malos olores y hongos. Actúa sobre superficies de difícil acceso. Alto tiempo de contacto con la superficie a limpiar, por su espuma consistente.	Mayor seguridad a los usuarios. Proceso de limpieza más eficiente. No se desperdicia producto. Mano de obra más productiva y reducción de mano de obra en el momento del tallado.
Contiene humectantes	Aplicación con equipo espumador, penetra a todos los rincones para lavar a fondo	Ahorro en tiempo en remoción de contaminantes. Ahorra agua y tiempo en el proceso de enjuague.
Producto no-lónico	Excelente enjuagabilidad. Evita la deposición de sales minerales. Mejora la apariencia del equipo. Insensible a la dureza del agua.	Ahorro económico al evitar limpiezas ácidas. Se obtienen superficies más brillantes. Se tienen áreas de trabajo más presentables.
Biodegradable	Los tensoactivos de su formulación cumplen la norma SAAM-MNX-AA-39	Se protege al medio ambiente con las autoridades ecológicas

PROPIEDADES FISICOQUIMICAS

Forma	Líquido transparente
Color	Amarillo claro
Olor	Característico
Solubilidad	100% en agua
pH (1% en agua)	11.5 - 13



Espuma	Positiva, agente súper espumador
Densidad (20°C)	1.1 a 1.2 gr/ml
Cloro disponible	2% mínimo
Biodegradable	Si

RECOMENDACIONES DE USO

Aplique FOAM CL inmediatamente nuestro equipo espumador en exteriores e interiores, a una concentración de entre 1 y 10%, según el tipo y cantidad de suciedad a remover.

Cubra perfectamente la superficie a lavar con una cortina de espuma y con la consistencia deseada.

Deje actuar el producto durante 15 minutos o hasta que la espuma descienda por sí sola, completamente.

Enjuague con agua toda la superficie de contacto

Deje secar al aire.

PRESENTACIÓN

Garrafa de 53 kg.

ALMACENAMIENTO

Almacene este producto en un lugar fresco y seco, lejos de alimentos. No se almacene por más de 6 meses.

PRECAUCIONES

Producto alcalino, puede causar irritaciones en la piel y daños severos en los ojos.

Dañino o mortal si es ingerido

Use guantes y lentes o careta de protección al manejar y aplicar este producto.

Evite el contacto con la piel y ojos, así como su ingestión.

PRIMEROS AUXILIOS

En caso de contacto con ojos o piel:

Lávese con agua en abundancia el área afectad.

En caso de ingestión:

Beba agua seguida de jugo de naranja o limón en abundancia.



		NOMBRE DEL PRODUCTO FOAM CL	
		GRADO DE RIESGO N.F.P.A	
		0 Sin riesgos 1 Ligeros 2 Moderados	3 Alto 4 Extremo
HOJA DE SEGURIDAD			

I. DATOS GENERALES:

Nombre de la empresa: EUROCHEM INTERNATIONAL CORPORATION DE MEXICO S.A DE CV. HENRY FORD N°31 FRAC IND. SAN NICOLAS TLAXCOLPAN TLANEPANTLA EDO MÉXICO TEL 53 10 23 44 12 En caso de emergencia comunicarse a Eurochem International Corporation de México S.A de C.V	Fecha de elaboración Sep-09	Referencia : N/A
	Fecha de actualización Sep-10	
	Código : N/D	

DATOS DE LA SUSTANCIA QUÍMICA PELIGROSA

Nombre químico: Mezcla química	Clasificación: Detergente liquido alcalino clorado	Sinónimos: N/A
Familia química: Detergentes clorados	Otros datos importantes: Ninguno conocido	

II. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA QUÍMICA PELIGROSA

COMPONENTES	% Peso	N° CAS	N° ONU	LMPE-PPT	LMPE-CT	IPVS (IDLH)	TWA/TLV	RIESGO N.F.P.A			
								H	F	R	S
Alcalinidad c/Na ₂ O	<10.0	1310-73-2 7686-52-9	1824 1791	mg/M ² N/D	mg/M ² 2	mg/M ² 250	mg/M ² 2	3 2	0 0	1 2	F
Cloro disponible	>5.0			980	1125	N/D	N/D				

III. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Estado físico: Liquido turbio	Color: Amarillo	Olor: Característico	pH 1% en agua: 11.5 – 13.0	Solubilidad en agua: Soluble
Tem. de ebullición ° a 586 mm Hg 92-95 inicia su descomposición a 65-70°		Temperatura de fusión °C No determinado		Temperatura de inflamación °C No aplica
Temperatura de auto ignición °C No aplica		Densidad (agua =1) 110 - 120		Inflamación en aire: Bajo: No aplica Alto: no aplica
Porcentaje de volátiles: No determinado		Presión de vapor mm Hg a 20°C: No determinado		Velo. Evap. No aplica
Peso molecular: no disponible			Otros datos relevantes: Ninguno conocido	
Densidad de vapor (Aire =1) no determinado				

IV. RIESGOS DE FUEGO O EXPLOSIÓN

Tipo de protección personal específica a utilizar en labores de combate de incendios: Tipo de protección personal y respirador de desplazamiento positivo deben ser usados en fuegos involucrando químicos corrosivos.
--



Es recomendable el uso de respirador autónomo de desplazamiento positivo con doble cartucho, para el manejo de vapores y gases de cloro.

Procedimientos y precauciones especiales durante el combate de incendios:

Los procedimientos normales para el combate de incendios acercándose al fuego en la misma dirección del evento. Evite inhalarlos gases o vapores.

No tener bajo lluvia de agua a los contenedores o retirarlos del lugar del siniestro. Evitar dirigir el chorro de agua a la base del fuego, esto causara espumación.

Situaciones que conducen a otro riesgos especial:

Este producto no es inflamable o combustible pero sus soluciones calientes liberan color y el contacto en soluciones acidas reaccionan energéticamente liberando cloro y otros productos de la combustión que son nocivos para la salud.

V. DATOS DE REACTIVOS

Estabilidad : Estable

Acciones a evitar: Recipientes abiertos a la atmosfera, luz solar directa, contaminación y alta temperatura

Vaporización espontanea: no ocurre

Solubilidad: En agua

Substancias oxidantes y reductoras, sustancias sensitivas a la oxidación, ácidos orgánicos e inorgánicos, compuestos de amonio, solventes orgánicos, hidrocarburos.

Datos peligrosos de la descomposición:

La descomposición por fuego produce gases tóxicos de cloro y dióxido de carbono

Condiciones a evitar: no conocido

VI. RIESGOS A LA SALUD

Emergencias y primeros auxilios. Medidas preventivas en caso de:

Ingestión	No inducir el vómito. Si la víctima es capaz de ingerir dar a beber agua en abundancia para diluir el producto, seguido de dos vasos de leche. Nunca dar a beber cualquier liquido por la boca si el persona esta inconsciente o presenta convulsiones. Solicite atención medica de inmediato, cualquier demora puede agravar la situación o resulta nociva.
Inhalación	Trasladarse al aire fresco o áreas ventiladas, si el respiración es difícil suministrar oxigeno o ayude a respirar.
Contacto ojos	Lavar inmediatamente con agua en abundancia durante 15 minutos, levantando alternativamente los parpados inferior y superior. Si es el caso, remover los lentes de contacto inmediatamente. En caso de contacto con producto caliente, lavar de inmediato con agua en abundancia a baja presión. En todos los casos solicitar atención media inmediata.
piel	Remover inmediatamente la ropa contaminada, lavar con agua y jabón, finalmente enjuagué con agua en abundancia para eliminar cualquier residuo. Lavar la ropa y zapatos contaminados antes de volver a usar. Solicite atención médica de ser necesario.

Otros riesgos o efectos a la salud: ninguna conocida

Antídotos: no existe un antídoto conocido

Otra información para la atención media primaria: suministrar tratamiento de acuerdo a síntomas

VII. INDICACIONES EN CASO DE FUGA O DERRAME

Procedimiento y precauciones inmediatas:

Determinar la fuga de inmediato, aislar el área, contener el material derramado y absorber con material inerte (tierra o arena) recolectar y guardar en contenedores apropiados para su posterior eliminación. Lavar el área con agua en abundancia para eliminar cualquier residuo.

Usar equipo de protección personal contra alcalinos y observar las buenas prácticas de higiene, uso y manejo de productos químicos.

Método para desechar o destruir el material:

Diluir el producto con agua en abundancia, neutralizar el cloro con anticloro y neutralizar a pH 7-8 con una solución acido débil, finalmente acondicionar las características de la solución resultante a las regulaciones oficiales locales, estatales y federales establecidas para la eliminación de productos alcalino-clorados.



VIII. PROTECCIÓN PERSONAL ESPECÍFICA PARA SITUACIONES DE EMERGENCIA.

Equipo de protección personal específico:		
Protección respiratoria: No necesaria. En caso de molestar usar mascarilla de desplazamiento positivo contra vapores de cloro	Guantes protectores: De uso industrial. Neopreno, PVC o hule	Protección de ojos: Goggles, anteojos de seguridad o careta facial.
Ventilación : Usar en lugares con circulación de aire. En lugares cerrados usar extractores mecánicos.	Otros equipos de protección: Usar equipo de protección personal del tipo antiácido, botas de hule, estación lavaojos y regaderas de emergencia.	

IX. INFORMACIÓN DE TRANSPORTACIÓN

La transportación de este producto no está regulada por la U S DOT como material peligroso Transportar de acuerdo con las normas oficiales establecidas.

X. INFORMACIÓN SOBRE ECOLOGÍA

PQO: N/D	DBO: N/D
Evitar los derrames y contaminación de mantos acuíferos Nocivo a la vida acuática en altas concentraciones	

XI. MANEJO, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

Almacenaje: 6 meses	Interior: Si	<input checked="" type="checkbox"/>	Refrigerado: Si	<input checked="" type="checkbox"/>	En lugar Si	<input type="checkbox"/>	Tem. De almacenamiento °C Máx. Min.
	No	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	
Almacenar en lugar fresco y seco a temperatura ambiente, bajo techo. Mantener cerrados los contenedores cuando el producto no esté en uso. Mantener alejado de niños, discapacitados y alimentos.							
Precauciones especiales: Para su manejo, transportación y almacenaje: Evitar el contacto con materiales ácidos. No almacenar en contenedores metálicos. Almacenar en contenedores de plástico. Advertencia: producto alcalino solo para uso industrial y por personal capacitado							



ANEXO 4. HOJA DE SEGURIDAD DEL DETERGENTE FREEZE KLEEN

FREEZE KLEEN HDS
Página 1 de 3



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD FREEZE KLEEN

SECCION 1. IDENTIFICACION DEL PRODUCTO Y DATOS DEL FABRICANTE

<p>Fabricante: DIKEN DE MEXICO SA de CV Av. Industria Aeroespacial # 2900 Parque Industrial Saitillo- Ramos Arizpe, Ramos Arizpe, Coahuila, México CP 25900 +52 (844) 988 95 20</p> <p>Nombre del producto: FREEZE KLEEN Nombre común: N/A Nombre químico: N/A Uso: Compuesto limpiador</p>	<p>Teléfono de emergencia: CHEMTREC 1-800-424-9300</p> <p>NIVEL DE RIESGO 4. EXTREMO 3. ALTO 2. MODERADO 1. LEJERO 0. MINIMO</p>
---	--



SECCION 2. COMPOSICION/INFORMACION DE LOS INGREDIENTES PELIGROSOS

INGREDIENTES	%Wt	TLV / ACGIH
Alcohol etílico (CAS # 64-17-5)	28.0	1900 g/m ³

SECCION 3. PELIGROS PARA LA SALUD

RUTAS DE ENTRADA	<p>Inhalación: los nebulizados de este producto o de las soluciones preparadas con el mismo son capaces de irritar el tejido pulmonar, así como tractos nasal y/o bronquial.</p> <p>Contacto con la piel: El contacto prolongado con este producto y sus soluciones pueden causar irritación severa en la piel</p> <p>Contacto con los ojos: causa irritación al simple contacto y puede agravarse si no hay una atención médica oportuna y adecuada</p> <p>Ingestión: causa irritación en tracto gastrointestinal, fatal si es deglutido</p>
-------------------------	---

SECCION 4. PROCEDIMIENTOS DE PRIMEROS AUXILIOS

QUE HACER EN CASO DE:	<p>Inhalación: aleje fuente de vapores, administre oxígeno si la respiración es trabajosa y en caso de ser necesario aplique prácticas de resucitación, consiga inmediata ayuda médica.</p> <p>Contacto con la piel: lave rápidamente las áreas afectadas durante por lo menos 15 minutos. Quite la ropa contaminada lo más pronto posible y levántela antes de utilizarla nuevamente. Si la irritación persiste consulte a un médico</p> <p>Contacto con los ojos: enjuague inmediatamente con abundante agua fría que esté fluyendo durante por lo menos 15 minutos y acuda a un oftalmólogo.</p> <p>Ingestión: no induce al vómito. Si el paciente está consciente dele a beber leche o agua abundante. Nunca de nada en la boca de una persona inconsciente. Consiga ayuda médica de inmediato.</p>
------------------------------	---

DATOS ADICIONALES: No hay procedimientos especiales, trate al paciente según los síntomas.

SECCION 5. RIESGOS DE FUEGO O EXPLOSION

<p>FLASH POINT: > 93°C AUTO IGNICION: No aplica LEL / UEL: No aplica</p> <p>MEDIO DE EXTINCIÓN: Dióxido de carbono, Polvo químico, Espuma.</p> <p>PROCEDIMIENTO Y PRECAUCIONES ESPECIALES EN EL COMBATE DE INCENDIOS: siempre que combata el fuego vista traje provisto de su propio suministro de aire.</p> <p>PRODUCTOS DE LA COMBUSTIÓN NOCIVOS PARA LA SALUD: liberación de gases de dióxido y monóxido de carbono (tóxicos) durante la combustión.</p>	
--	--



SECCION 6. MEDIDAS EN CASO DE DERRAME ACCIDENTAL

PROTECCION PERSONAL: Siga las medidas de protección personal descritas en la sección 6. Evitar chispas, calor o las llamas. Los vapores de este producto pueden viajar a fuentes remotas de ignición. Si existe el riesgo de fuego, evacue al personal innecesario.

PROTECCION AL AMBIENTE : Evite contaminar alimentos, piensos, ríos, arroyos, lagos, lagunas, estancos, manantiales o mantos freáticos.

METODOS PARA MITIGAR EL DERRAME: Si es posible recupere el material para reutilizar. Intente absorber el charco en piso con arcilla, arena o absorbente comercial.

SECCION 7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

MANEJO: Evite respirar los vapores. Vista equipo de protección personal como se describe en la sección 8 de esta HDS. Nunca mueva los recipientes con los tapones abiertos.

INSTRUCCIONES ESPECIALES DE MEZCLADO Y MANEJO: evite mezclar el producto con los materiales descritos en la sección 10 de esta HDS.

ALMACENAMIENTO: Úsese y almacene alejado de materiales incompatibles. Evite la inflamación accidental, evite inhalar los vapores. Almacene en lugar fresco y seco. El proveedor no se responsabiliza del uso de este producto, no reutilice los contenedores.

SECCION 8. CONTROLES DE EXPOSICION Y PROTECCION PERSONAL

CONTROLES DE INGENIERIA: Maneje el producto en un área bien ventilada. Si el producto se maneja en un sistema abierto, se debe considerar el uso de cierre de procesos, extracción localizada, ventilación y otros controles para mantener la concentración por debajo de los límites o en niveles aceptables si no existen límites.

PROTECCION PERSONAL:

RESPIRATORIA: Cuando se presenten síntomas de sobreexposición se debe usar un respirador con filtro para polvo humo niebla aprobado por NIOSH. Cuando las condiciones de trabajo indican el uso de un respirador debe seguirse un programa que cumple con las regulaciones locales.

OJOS / CARA: Se recomienda el uso de lentes de protección para evitar el contacto. (ANSI Z87.1)

PIEL: Use uniforme de seguridad para minimizar el contacto. Use guantes resistentes a químicos ya sea de neopreno, nitrilo o vinilo.

OTROS: Lave la ropa contaminada antes de usarla de nuevo. Debe colocarse una estación de lavados y regadera cerca del área de trabajo. (ANSI Z358.1)

SECCION 9. PROPIEDADES FISICAS Y QUÍMICAS

Estado físico:	Líquido	pH @ 1% v/v:	5.60-7.60
Color:	Azul	Gravedad específica:	1.040-1.070
Olor:	Ligero a solvente.	Presión de vapor:	0.63 -20
Punto de ebullición:	> + 80°C	Densidad de vapor:	No establecida
Punto de congelación:	No determinado	Rango de evaporación:	<1
Solubilidad en agua:	Completa		

SECCION 10. REACTIVIDAD

MATERIALES INCOMPATIBLES: Compuestos oxidantes y clorados.

ESTABILIDAD: Este producto mantiene sus características físicas y químicas en condiciones de almacenaje en temperaturas entre -2°C y 40°C.

PELIGRO DE POLIMERIZACIÓN: Este producto no se polimeriza bajo condiciones normales de almacenamiento.

PRODUCTOS PELIGROSOS DE LA DESCOMPOSICIÓN: liberación de gases de dióxido y monóxido de carbono (tóxicos) durante la combustión.

SECCION 11. INFORMACION TOXICOLOGICA

Este producto no produce efectos crónicos por la sobreexposición. No es considerado como carcinogénico. La sobreexposición a este producto puede dar lugar en los síntomas mencionados en la sección 3.

SECCION 12. INFORMACION ECOLÓGICA

Toxicidad: Se cree que este material puede ser ligeramente tóxico para la vida acuática.

Persistencia en el ambiente: Se estima que este producto no permanece en el ambiente.

Bioacumulación: Es muy poco probable que este producto sea bioacumulable.



SECCION 13. INFORMACION SOBRE DESECHOS

La transportación, almacenamiento, tratamiento y disposición de los desechos deberá hacerse de acuerdo a las regulaciones Federales, estatales y locales.

SECCION 14. INFORMACION SOBRE TRANSPORTE

INTERNACIONAL: UN number: 1993
REGULACIONES DE TRANSPORTE DE USA:
CLASSIFICACION DOT: UN 1993. (3) Flammable.
NOMBRE APROPIADO DE EMBARQUE DOT: Compuesto de limpieza, líquido inflamable n.e.p.
GRUPO DE EMPAQUE: III
CONTAMINANTE MARINO(S): No se encontró información.
TRANPORTE DE COMPUESTOS PELIGROSOS CANADA: No se encontró información

SECCION 15. INFORMACION REGULATORIA:

Estatus en otros inventarios

Ingrediente	Cas #	TSCA	EC	Jación	Australia	Ccrea	CANADÁ			SARA 302		SARA 313	
							DSL	NDL	Filip.	RQ	TPQ	Lista	Catálogo Químico
Alcohol etílico	64-17-6	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	No	No	Si	No

SECCION 16. INFORMACION ADICIONAL

La información contenida en esta hoja de seguridad deberá ser conocida por toda persona que use, manipule, transporte o esté expuesto a este producto. Esta información fue preparada como una guía para la ingeniería de planta, operaciones y personas que trabajen con o manipulen este producto. Esta información se basa en una adecuada manipulación y usos previstos y es para el producto químicos in alteraciones o adiciones de otros químicos. Si esta información tiene mas de 3 años contacte a su proveedor al teléfono citado en la sección 1 para asegurarse de tener la información actualizada.

PREPARO: Departamento Técnico de Diken International

Fecha: 25 /01/2009
ULTIMA REVISIÓN Enero de 2013

La información y recomendaciones contenidas en este documento se basan en datos que se consideran correctos. No se da ninguna garantía, expresa o implícita.



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD TITAN 15 % PLUS



SECCION 1. IDENTIFICACION DEL PRODUCTO Y DATOS DEL FABRICANTE

Fabricante: DIKEN DE MEXICO SA de CV Av. Industria Aeroespacial # 2900 Parque Industrial Saltillo- Ramos Arizpe, Ramos Arizpe, Coahuila, México CP 25900 +52 (844) 836 95 20		Teléfono de emergencia: CHEMTRAC 1-800-424-9300
Nombre del producto:	TITAN 15 % PLUS	
Nombre común:	N/A	
Nombre químico:	N/A	
Uso:	Compuesto sanitizante	

SECCION 2. COMPOSICION/INFORMACION DE LOS INGREDIENTES PELIGROSOS

INGREDIENTES	(CAS #)	%Peso	TLV / ACGIH
Peróxido de Hidrógeno	(CAS # 7722-84-1)	>4.0	1 mg/m ³
Acido Peracético	(CAS # 00078-21-0)	15-17	No establecido

Note (see section 3, Health Hazard Identification, for more information)

SECCION 3. PELIGROS PARA LA SALUD

RUTAS DE ENTRADA Inhalación / piel / ojos / ingestión	Inhalación: los nebulizados de este producto o de las soluciones preparadas con el mismo son capaces de quemar el tejido pulmonar, así como tractos nasales y bronquiales.
	Contacto con la piel: Es irritante al contacto, la exposición prolongada puede resultar en quemaduras graves, o agravar condiciones preexistentes.
	Contacto con los ojos: causa quemaduras al simple contacto y puede causar ceguera si no hay una atención médica oportuna y adecuada.
	Ingestión: Causa quemaduras severas al tracto, daño o fatal si es deglutido.

SECCION 4. PROCEDIMIENTOS DE PRIMEROS AUXILIOS

QUE HACER EN CASO DE:	Inhalación: aleje fuente de vapores, administre oxígeno si la respiración es trabajosa y en caso de ser necesario aplique prácticas de resucitación, consiga inmediata ayuda médica.
	Contacto con la piel: lave rápidamente las áreas afectadas durante por lo menos 15 minutos con jabón si es posible. Quite la ropa contaminada lo más pronto posible y lavarlas antes de utilizarla nuevamente. Destruya zapatos contaminados.
	Contacto con los ojos: enjuague inmediatamente con abundante agua fría que esté fluyendo durante por lo menos 15 minutos y acuda a un oftalmólogo.
	Ingestión: no induzca al vómito. Si el paciente está consciente déle a beber leche o agua. Nunca de nada en la boca de una persona inconsciente. Consiga ayuda médica de inmediato.

DATOS ADICIONALES: Información importante para la atención médica primaria: Deben atenderse las quemaduras, sin importar lo insignificante que parezca.

SECCION 5. RIESGOS DE FUEGO O EXPLOSION

FLASH POINT: No aplica AUTO IGNICION: No aplica LEL / UEL: No aplica MEDIO DE EXTINCION: Agua, dióxido de carbono, Polvo químico, Espuma. PROCEDIMIENTO Y PRECAUCIONES ESPECIALES EN EL COMBATE DE INCENDIOS: siempre que combata el fuego vista traje provisto de su propio suministro de aire. PRODUCTOS DE LA COMBUSTION NOCIVOS PARA LA SALUD: Liberación de Oxígeno (promotor de la combustión), gases de dióxido y monóxido de carbono (tóxicos) durante la combustión.
--



SECCION 6. MEDIDAS EN CASO DE DERRAME ACCIDENTAL

PROTECCION PERSONAL: Siga las medidas de protección personal descritas en la sección 8. Evacue al personal innecesario y contenga el derrame y aleje de las fuentes de ignición.

PROTECCION AL AMBIENTE : Evite contaminar a linteros, plensos, ríos, arroyos, lagos, lagunas, estanques, manantiales o mantos freáticos.

METODOS PARA MITIGAR EL DERRAME: Intente absorber el charco en piso con arcilla, arena o absorbente comercial disponible de acuerdo a las regulaciones locales, estatales o federales. El remanente en piso pueda ser neutralizado con Tiosulfato de sodio.

SECCION 7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

MANEJO: Evite respirar los vapores. Vista equipo de protección personal como se describe en la sección 8 de esta HDS. Nunca mueva los recipientes con los tapones abiertos. Destape con precaución.

INSTRUCCIONES ESPECIALES DE MEZCLADO Y MANEJO: evite mezclar el producto con los materiales descritos en la sección 10 de esta HDS.

ALMACENAMIENTO: Mantenga el envase bien cerrado y debidamente etiquetado. Almacena en lugar fresco y seco. El proveedor no se responsabiliza por la disposición de este producto, no reutilice el contenedor.

SECCION 8. CONTROLES DE EXPOSICION Y PROTECCION PERSONAL

CONTROLES DE INGENIERIA: Maneje el producto en un área bien ventilada. Si el producto se maneja en un sistema abierto, se debe considerar el uso de cierre de procesos, extracción localizada ventilación y otros controles.

PROTECCION PERSONAL:

RESPIRATORIA: Cuando se presentan se debe usar un respirador con filtro para polvo humo niebla aprobado por NIOSH.

Cuando las condiciones de trabajo indican el uso de un respirador debe seguirse un programa que cumpla con las regulaciones locales. (ANSIZ87.1)

OJOS/ CARA: Se recomienda el uso de lentes de protección, y careta completa de ser necesario.

PIEL: Use uniforme de seguridad para minimizar el contacto. Use guantes resistentes a químicos ya sea de hule neopreno o vinilo.

OTROS: Lave la ropa contaminada antes de usarla de nuevo. Debe colocarse una estación de lavapies y regadera cerca del área de trabajo. (ANSI Z358.1)

SECCION 9. PROPIEDADES FISICAS YQUÍMICAS

Estado físico:	Líquido	pH @ 1% v/v:	2.50-4.50
Color:	Incoloro.	Gravedad específica:	1.080-1.130
Olor:	A vinagre	Presión de vapor:	No establecida
Punto de ebullición:	107 °C	Densidad de vapor:	No establecida
Punto de fusión:	No establecido	Rango de evaporación:	<1
Solubilidad en agua:	Completa		

SECCION 10. REACTIVIDAD

MATERIALES INCOMPATIBLES: Sales metálicas, materia oxidable, alcalis fuertes y compuestos clorados.

ESTABILIDAD: Este producto mantiene sus propiedades físicas cuando se almacena a temperaturas moderadas entre -2 y 40 °C.

PELIGRO DE POLIMERIZACIÓN: Este producto no se polimeriza bajo condiciones normales de almacenamiento.

PRODUCTOS PELIGROSOS DE LA DESCOMPOSICIÓN: liberación de gases de dióxido y monóxido de carbono (tóxicos) durante la combustión.

SECCION 11. INFORMACION TOXICOLOGICA

Este producto es ácido y corrosivo. Minimice el contacto. Sus propiedades corrosivas dependen directamente de su concentración, puede resultar tóxico por la vía oral. Puede causar quemaduras u otros efectos en las membranas mucosas, boca y tracto digestivo. Su toxicidad dérmica no está bien determinada. Puede causar quemaduras que no se notan de inmediato. La inhalación de los vapores puede causar efectos en las vías respiratorias incluyendo quemaduras, este producto es corrosivo e irritante para los ojos y la piel. Las propiedades corrosivas e irritantes de este material dependen de su concentración.

SECCION 12. INFORMACION ECOLOGICA

TOXICIDAD: Este material puede ser tóxico para la vida acuática.

PERSISTENCIA: Se cree que es poco probable que este material permanezca en el ambiente.

BIOACUMULACION: Se cree poco probable que este material se bioacumule.

BIODEGRADABILIDAD: Sus componentes son biodegradables.



SECCION 13. INFORMACION SOBRE DESECHOS

La transportación, almacenamiento, tratamiento y disposición de los desechos deberá hacerse de acuerdo a las regulaciones Federales, estatales y locales.

SECCION 14. INFORMACION SOBRE TRANSPORTE

INTERNACIONAL: UN 3093 (Ground only) UN 3093 (Air)
REGULACIONES DE TRANSPORTE DE USA:
CLASSIFICACION DOT: UN 3093 5.1 (oxidante), 8 (Corrosivo)
NOMBRE APROPIADO DE EMBARQUE DOT: Líquidos corrosivos oxidantes n.e.p.
GRUPO DE EMPAQUE: II
DOT MARINE POLLUTANT(S): No se encontró información.
CANADIAN TRANSPORTATION OF DANGEROUS GOODS: no se encontró información.

SECTION 15. OTRAS REGULACIONES:

LISTADOS INTERNACIONALES

Ácido Peracético:

Australia (A CS): Enlistado

China: Enlistado

Japón (ENCS): (2)-699

Filipinas (PICCS): Enlistado

Peróxido de Hidrógeno:

China: Enlistado

Japón (ENCS): (1)-418

Corea: KE-2C204

Filipinas (PICCS): Enlistado

SECTION 16. INFORMACION ADICIONAL

La información contenida en esta hoja de seguridad deberá ser conocida por toda persona que use, manipule, transporte o esté expuesto a este producto. Esta información fue preparada como una guía para la ingeniería de planta, operaciones y personas que trabajen con o manipulen este producto. Esta información se basa en una adecuada manipulación y usos previstos y es para el producto químico sin alteraciones o adiciones de otros químicos. Si esta información tiene mas de 3 años contacte a su proveedor al teléfono citado en la sección 1 para asegurarse de tener la información actualizada.

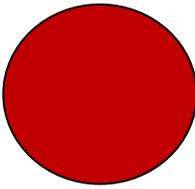
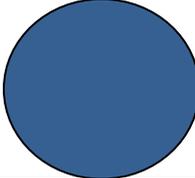
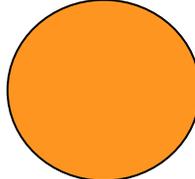
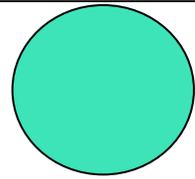
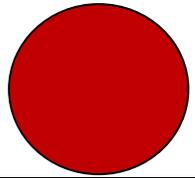
PREPARÓ: Departamento técnico de Diken Internacional.

Fecha: 01/12/09
ULTIMA REVISION Enero de 2013

La información y recomendaciones contenidas en este documento se basan en datos que se consideran correctos. No se da ninguna garantía, expresa o implícita.



ANEXO 6. CÓDIGO DE COLORES

ÁREA	COLOR	UTENSILIOS Y EQUIPO	
 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO Centro de Enseñanza Agropecuaria Taller de Cárnicos “Código de colores para equipo y utensilios de limpieza en cámaras de conservación”		Código: DOC-CEA-CAR-001 Revisión: 0 Página: 1 de 1	
	Cámara de refrigeración de ovinos.	-Cepillos (piso, pared y techo). - Jalador -Recolector de humedad para techo. -cubeta -pala	
	Cámara de refrigeración de bovinos.	-Cepillos (piso, pared y techo). - Jalador para piso. -Recolector de humedad para techo. -cubeta. -pala	
	Cámara de congelación y producto terminado.	-Cepillos (piso, pared y techo). - Jalador -Recolector de humedad para techo. -cubeta. -pala	
Todas las cámaras	Guantes de nitrilo		
	Mandiles		



BIBLIOGRAFIA

- Allison, D. G. (2000). *Estructura y cooperación de la comunidad de biofilms*. Cambridge: Marcel.
- Arroyo, G. M. (2001). *Guía para la elaboración de procedimientos y registros en establecimientos que procesan alimentos*. Secretaria de Salud, México, D.F.
- ASQ, F. D. (2006). *HACCP. Manual del auditor de calidad*. (1 ed., Vol. 1). Acibia.
- Bailón, L. L., González, M. R., & Cervantes, S. A. (2003). *Atlas de pruebas bioquímicas para identificar bacterias*. Tesis, UNAM, FES Zaragoza, México.
- Barillas, M., & Pineda, R. (2006). *Limpieza y Desinfección de plantas procesadoras y empacadoras de alimentos*. Manual, USAID-Rural Economic Diversification Program, E.U.A.
- Barreiro, E., & Ghislieri, D. (2002). *Eliminación de microorganismos, desinfección*. Departamento de Tecnología y Servicios Industriales.
- Beraca, J. (2008). La cloración del agua: factores de desinfección adecuada. *Industria Avícola*, 11-25.
- Bouix, M., & Leveau, J.-Y. (2002). *Manual técnico de higiene, limpieza y desinfección*. España: Mundi-prensa.
- Boulangé-Peteman, L. (1996). Processes of bioadhesion on stainless steel surfaces and cleanability: a review with especial reference to food industry. *Biofouling*, 275-300.
- Caballero, Á., Grave, O., Cárdenas, T., Carreño, M., Arauz, R., & Peraza, F. (2002). Guía para la confección de programas de limpieza y desinfección en establecimientos de alimentos. *Revista Cubana Alimento Nutri*, 16(1), 77-80.
- Calderón, G., Cooper, G., Domínguez, W., Gutiérrez, G., & Schneider, S. (2009). *Enfermedades transmitidas por alimentos y su impacto socioeconómico*. Italia: Cadmo Rosell.
- Casp, A., & López, R. (2004). *Tecnología de mataderos*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Castro, E. (2002). Principios de control microbiológico con oxidantes. *Osmotic Inc*, 1-3.
- Characklis, W., McFeters, G., & Marshall, K. (1990). Physiological ecology in biofilm systems. *Wiley Series in Ecological and Applied Microbiology*, 341-394.
- Chmielewski, R., & Frank, J. (2003). Biofilm formation and control in food processing facilities. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 22-32.
- Cloete, T. E. (2003). Resistance mechanisms of bacteria to antimicrobial compounds. *International Biodegradations*, 51, 277282.



- Contreras, P. M. (1993). *Análisis y Diseño de Elementos de Control Sanitario en la Industria Cárnica*. Tesis de licenciatura en Ingeniería en Alimentos, UNAM, FES Cuautitlán, México.
- Costerton, J. (1995). Overview of microbial biofilms. *Journal of Industrial Microbiology*(15), 137-140.
- De las Cuevas, I. V. (2010). *APPCC avanzado: Guía para la aplicación de un sistema de análisis de peligros y puntos de control crítico en una empresa alimentaria*. España: Ideas Propias.
- Denyer, S. P. (1995). Mechanisms of action of antibacterial biocides. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 227-245.
- Echevaria, Z. J., & Iglesias, Q. D. (2003). Estafilococo miticilino resistente, un problema actual en la emergencia de resistencia entre gram positivos. *Red Med Hered*, 14(4).
- Fernández, M., Kyanko, V., Russo, M., & Pose, G. (2010). *Estudio de la efectividad del ácido peracético sobre la reducción de la carga de esporos fúngicos como una estrategia alternativa al control poscosecha de la pudrición causada por mohos en frutas y hortalizas*. Universidad Nacional de Quilmes.
- Flamenco, J., & Guevara, G. (2011). *Formulación de tres productos desinfectantes y evaluación de su actividad antimicrobiana*. Tesis de Licenciatura en Química y Farmacia, Universidad de el Salvador, Facultad de Química y Farmacia, San Salvador.
- Forsythe, S. J., & Hayes, P. R. (2012). *Higiene de los alimentos, microbiología y HACCP*. España: Acribia.
- Fuster, N. (2006). *Importancia del control higiénico de las superficies alimentarias mediante técnicas rápidas y tradicionales para evitar y/o minimizar las contaminaciones cruzadas*. Facultad de Veterinaria de Barcelona. Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona.
- García, E. (2010). *Medición de la eficacia antibacteriana del programa de limpieza y desinfección de la mesa de despiece en una planta empacadora de carnes frías en la Ciudad de México*. Tesis de licenciatura en Medicina Veterinaria Zootecnista, U.N.A.M, FES Cuautitlán, México.
- García, G. P. (2005). *Manual de Principios de Limpieza y Desinfección en la Industria Alimentaria*. Tesis de licenciatura en Ingeniería Química, UNAM, FES Cuautitlán, México.
- Gardner, J., & Peel, M. (1998). *Sterilization, disinfection and infection control*. Churchill Livingstone.
- Garmendia, G., & Vero, S. (2007). *Métodos para desinfección de frutas y hortalizas*. Facultad de química, Cátedra de Microbiología. UDELAR.



- Garrett, R. T., Bhakoo, M., & Zhang, Z. (2008). Bacterial adhesion and biofilms on surfaces. *Progress in Natural Science*, 18, 1049–1056.
- H. L. (2007). *Coloración Gram: juego de soluciones para la coloración diferencial de GRAM para microscopía*. Santiago de Cali: IHR Diagnóstica.
- Herrera, M. (2004). El papel del biofilm en el proceso infeccioso y la resistencia. *NOVA-Publicación Científica*, 2(2), 71-80.
- Hobbs, B., & Roberts, D. (1997). *Higiene y Toxicología de los alimentos*. España: Acribia.
- Holah, J. (1995). Disinfection of food production areas. *International Office of Epizootics*, 343-363.
- Hyginov, C. (2000). *Guía para la elaboración de un plan de limpieza y desinfección. De aplicación en empresas del sector alimentario*. España: Acribia.
- Juárez, M., & Pacheco, L. (2005). *Implantación de los programas pre-requisitos como base para el sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP) en una planta procesadora de frituras*. Tesis de licenciatura en Ingeniería en Alimentos, UNAM, FES Cuautitlán, México.
- K. March, J., D. Pratt, M., Lowe, C.-W., N. Cohen, M., A. Satterfield, B., Schaalje, B., y otros. (2015). The differential effects of heat-shocking on the viability of spores from *Bacillus anthracis*, *Bacillus subtilis*, and *Clostridium sporogenes* after treatment with peracetic acid- and glutaraldehyde-based disinfectants. *Microbiology Open*, 1-10.
- Koneman, E., & Allen, S. (2008). *Diagnostico microbiologico: texto y atlas en color* (6 ed.). Buenos Aires, Argentina: Médica panamericana.
- M.P., S., C.A., P., J.C., J., & A.O.C., J. (2013). Methods of destroying bacterial spores. En A. Mendez-Vilas, *Microbial pathogens and strategies for combating them: science, technology and education*. (págs. 490-496). Formatex Research Center.
- Madrid, A. (1999). *Confitería y Pastelería: Manual de Formación*. España: Mundi-Prensa Ediciones S.A.
- Marriot, N. (2003). *Principios de higiene alimentaria*. España: Acribia.
- Martínez, M. (2011). *Impacto del biofilm bacteriano en enfermedades en humanos*. Tesis de licenciatura en Química Farmaceutica Biologica, UNAM, Facultad de Química, México.
- Mattila-Sandholm, T., & Wirtanen, G. (1992). Biofilm formation in the industry: a review. *Food reviews International*, 8(4), 573-603.
- Mcfaddin, J. (2003). *Pruebas bioquímicas para la identificación de bacterias de importancia clínica*. (3 ed.). Médica Panamericana.



- Medema, G., & Schets, C. (1993). Occurrence of *Plesiomonas shigelloides* in surface water: relationship with faecal pollution and trophic state. *Zentralbl. Hyg*, 398-404.
- Meyer, B. (2006). Does microbial resistance to biocides create a hazard to food hygiene? *International Journal of Food Microbiology*, 275-279.
- Mittelman, M. (1998). Structure and functional characteristics of bacterial biofilms in fluid processing operations. *Journal of Dairy Science*, 2760-2764.
- Moreno, B. (2006). *Higiene e inspección de carnes*. España: Díaz de Santos.
- Mortimore, S. (2004). *HACCP*. Zaragoza, España: Acribia.
- Navia, D. P., Villada, H. S., & Mosquera, S. A. (2 de Noviembre de 2010). Las Biopelículas en la Industria de Alimentos. *Ciencias Agropecuarias*, 8(2), 118-128.
- Negrón, M. (2009). *Microbiología Estomatológica: Fundamentos y guía práctica*. Argentina: Editorial Medica Panamericana S.A.
- NOM-251-SSA1-2009. (s.f.). *Norma Oficial Mexicana NOM-251-SSA1-2009 Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios*. México.
- O.M.S. (2006). Guías para la calidad del agua potable. 1, 398.
- Orihuel, E. (2012). *Nuevas herramientas para la detección y eliminación de biofilms*. Madrid: Betelgeux SL.
- Orihuel, E. J., Navarro, B., & Canet, J. J. (2010). Detección y control de puntos negros en la limpieza y desinfección de superficies en industrias alimentarias. *Alimentaria*, 60-66.
- Orihuel, E. J., Navarro, R. B., Canet, J. J., & Cartón, F. L. (2012). El control de *Listeria monocytogenes* persistente en industrias alimentarias. *Betelgeux*, 1-10.
- O'Toole, G., Kaplan, H., & Kolter, R. (2000). Biofilm formation as microbial development. *Annual Review Microbiology*, 49-79.
- Pederson. (1990). Biofilms. *Science*, 7, 224-275.
- Piera, G. (2003). *Estudio del biofilm: Formación y Consecuencias*. Escuela de Prevención y Seguridad Integral. España: UAM.
- Puig-Durán, F. (2002). *Ingeniería, autocontrol y auditoría de la higiene en la industria alimentaria*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Ramírez, N. (2006). *Limpieza y desinfección en la industria de alimentos para la eliminación de contaminación superficial*. Tesis de licenciatura en Ingeniería en Alimentos, UNAM, FES Cuautitlán, México.



- Reuter, G. (1998). Disinfection and hygiene in the field of food of animal origin. *Biodeterioration and Biodegradation*, 41, 209-215.
- Rodríguez, E. (2012). *Evaluar la capacidad de un sanitizante cítrico para remover biopelículas y/o reducir la carga microbiana en equipos de acero inoxidable en un taller de cárnicos*. Tesis de licenciatura en Ingeniería en Alimentos, UNAM, FES Cuautitlán, México.
- Rojas, R. (2007). *Evaluación de cuatro desinfectantes sobre Listeria monocytogenes aislada de productos cárnicos crudos de una planta de procesados en Bogotá*. Tesis de licenciatura en Microbiología Industrial, Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Bogotá.
- Roux. (2006). *Prevención de la contaminación en la industria cárnica en la región mediterránea*. Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia., Barcelona.
- Rueda, J., Amigot, J., & Ducha, J. (2003). Evaluación de desinfectantes de amonio cuaternario sobre cepas bacteriana de origen animal. *Revue Scientifique et Technique de l'OIE*, 22(3), 1097-1104.
- SAGARPA, S. (2011). *Manual de Buenas Prácticas de Manufactura y Procedimiento operacional de sanitización estándar para la industria empacadora no TIF de carnes frías y embutidos*.
- San José, C., & Orgaz, B. (2010). *Las biopelículas microbianas, un búnker de uso habitual*. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Nutrición, Bromatología y Tecnología de los Alimentos, Madrid.
- Saucedo, F. (2008). *Propuesta para la estandarización de los procedimientos de Limpieza y Desinfección en el área de alimentos*. Tesis de licenciatura en Química Farmaceutica Biologica., Facultad de Química. U.N.A.M.
- Schubert, R., & Beichert, R. (1993). The influence of teatred sewage effluents on the number of *P. shigelloides* isolated from river waters. *Hyg. Med.*, 18, 57-59.
- Shi, X., & Zhu, X. (2009). Biofilm formation and food safety in food industries. *Trends in Food Science & Technology*(20), 407-413.
- Simoës, M., Simoës, L. C., & Vieira, M. J. (2010). A review of current and emergent biofilm control strategies. *Food Science and Technology*(43), 573-583.
- Stopforth, J., Samelis, J., Sofos, J., Dendall, P., & Smith, G. (2002). Biofilm formation by acid-adapted and nonadapted *Listeria Monocytogenes* in fresh beef decontamination washings and its subsequent inactivation with sanitizers. *Journal of Food Protection*(65), 1717-1727.
- Trienekens, J., & Zuurbier, P. (2008). Quality and safety standars in the food industry, developments and challenges. *International Journal of Production Economics.*, 107-122.



- Troya, J. (2007). *Evaluación de la efectividad de los desinfectantes Divosa Forte y MH en la desinfección de equipos y áreas de trabajo en una empresa procesadora de helados*. Tesis de licenciatura en Microbiología Industrial, Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Bogotá.
- Vignoli, R. (1995). *Esterilización, desinfección y antisepsia*. Uruguay: Ediciones Panamericanas.
- Vinent, D. N. (2004). Riesgo de enfermedades transmisibles por alimentos en el combinado cárnico de la empresa de producción agropecuaria. *Medinsa*, 8(1), 12-20.
- Wei, C., Cook, D., & Kirk, J. (1985). Use of chlorine compound in the food industry. *Food Technology*, 39(1), 107-114.
- Wildbrett, G. (2000). *Limpieza y desinfección en la industria alimentaria*. España: Acribia.
- Zottola, A. E., & Sasahara, C. K. (1994). Microbial biofilms in the food processing industry- Should they be a concern? 23, págs. 125-148.