

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción

"Implementación de un sistema de limpieza en la línea de embutidos de
la planta piloto de ESPOL"

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN
Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

INGENIERA EN ALIMENTOS

Presentado por:

Andrea Carolina Sandoval Saltos

Dayaneth Fabiola Rivera Troya

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2017

AGRADECIMIENTOS

A Dios y la virgen María por brindarme fortaleza y sabiduría para terminar con éxito esta etapa de mi vida.

A mis padres, Galo y Carmen, por su gran apoyo, por los valores que me han inculcado y por darme motivación para jamás rendirme. Ustedes son mi ejemplo a seguir.

A mi familia en general, por la confianza que depositaron en mí desde el inicio.

A ti Johnny, por ser una persona incondicional, capaz de hacerme notar que no hay imposibles en esta vida. Gracias por todo tu amor y apoyo.

A mis amigos de la universidad, porque formamos lazos de amistad indestructibles.

Y a ti Dayi, por ser una excelente compañera de materia integradora, gracias por la confianza, apoyo y la dedicación depositada en mí.

Andrea Sandoval Saltos

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a mis ángeles de la guarda por protegerme siempre y guiarme durante todo este camino.

A mis padres, a quienes amo con todo el corazón, ya que sin ellos nada de esto fuera posible. Y de forma muy especial a Verónica mi mamá porque realmente ella lucho conmigo cada batalla.

A mi hermana y a mis demás familiares por siempre sentirse orgullosos de mí, además de apoyarme incondicionalmente.

A mi amigo y mi amor, Diego por ser quien me alienta y me llena de sonrisas cuando he querido declinar.

A mis amigos. “Los polis” porque sin ellos el sueño de ser politécnica no hubiera sido realidad.

A ti Andre, por permitirme ser tu compañera en esta larga travesía que sin duda marcará nuestras vidas para siempre. Te admiro y solo quiero que sepas que fue un HONOR trabajar contigo.

Dayaneth Rivera Troya

AGRADECIMIENTOS ACADÉMICOS

Queremos agradecer de manera especial al Dr. Jonathan Coronel León, Ing. Luis Plaza, Ing. Kenny Escobar y Ing. Cristhian Vargas por su ayuda y predisposición absoluta durante todo el desarrollo del proyecto.

Andrea Sandoval y Dayaneth Rivera

DECLARACIÓN EXPRESA

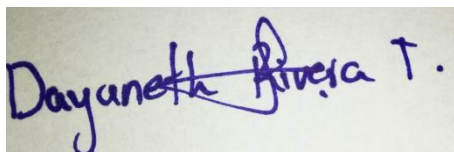
“La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de la materia integradora corresponde exclusivamente al equipo conformado por:

DAYANETH FABIOLA RIVERA TROYA

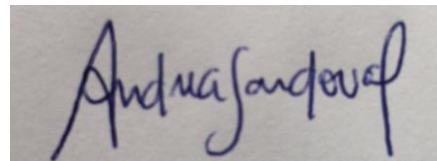
ANDREA CAROLINA SANDOVAL SALTOS

DR. JONATHAN RICARDO CORONEL LEÓN

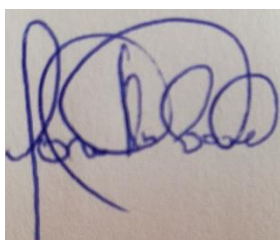
y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.

Handwritten signature in blue ink that reads "Dayaneth Rivera T." with a stylized flourish at the end.

Dayaneth Rivera T.

Handwritten signature in blue ink that reads "Andrea Sandoval S." with a stylized flourish at the end.

Andrea Sandoval S.

Handwritten signature in blue ink that reads "Jonathan Coronel L." with a stylized flourish at the end.

Dr. Jonathan Coronel L.

RESUMEN

Los sistemas de limpieza aplicados a líneas de producción de alimentos, son un conjunto de operaciones destinadas a eliminar la suciedad adherida a las superficies en contacto con los alimentos y permiten mantener condiciones adecuadas de higiene ya que evitan la contaminación del producto por agentes químicos o biológicos. Muchas pymes carecen de procedimientos de limpieza validados en sus líneas de producción de alimentos, por esta razón, el presente proyecto propone diseñar un sistema de limpieza para los equipos y utensilios de una línea de embutidos cárnicos. Para la determinación de este sistema, se evaluó la eficiencia de los métodos de limpieza COP 1 y COP 2, los cuales usaron dos diferentes agentes de limpieza, agente de origen químico (detergentes alcalinos y neutros) y biológico (biotensoactivos), respectivamente. La eficiencia de cada sistema de limpieza fue analizada a partir del cumplimiento con los límites microbiológicos indicados en la norma peruana 461-2007/MINSA, impacto ambiental, además de la optimización de los recursos como el consumo de agua, tiempo de limpieza y costos operacionales. El sistema de limpieza más eficiente resultó ser el COP 2, ya que redujo a niveles aceptables la carga microbiana, produjo un ahorro del 39% en el consumo de agua, 10% en el tiempo de limpieza y 3% en los costos anuales del proceso de limpieza. Finalmente, se elaboró un POES ecoamigable para superficies en contacto con alimentos el cual permitirá una correcta higiene de equipos y utensilios de una línea de embutidos.

Palabras Clave: COP, Limpieza, Biotensoactivo, POES, ecoamigable, línea de embutidos.

ABSTRACT

Cleaning systems applied to food production lines are a set of operations designed to eliminate dirt adhering to the surfaces in contact with food and allow to maintain adequate hygiene conditions and avoid contamination of the product by chemical or biological agents. Many small and medium industries lack validated cleaning procedures in their food production lines, for this reason, this project proposes to design a cleaning system for the equipment and utensils of a line of meat sausages. For the determination of this system, the efficiency of the cleaning methods COP 1 and COP 2 were evaluated, which used two different cleaning agents, agent of chemical origin (alkaline and neutral detergents) and biological (biosurfactants), respectively. The efficiency of each cleaning system was analyzed based on compliance with the microbiological limits indicated in the Peruvian standard 461-2007 / MINSA, environmental impact, also the optimization of resources such as water consumption, cleaning time and operational costs. The most efficient cleaning system was COP 2, because it reduced the microbial load to acceptable levels, produced a 39% saving in water consumption, 10% in cleaning time and 3% in annual costs of the cleaning process. Finally, an eco-friendly POES was prepared for surfaces in contact with food which will allow a correct hygiene of equipment and utensils of a line of sausages.

Keywords: COP, Cleaning, Biosurfactant, POES, Eco-friendly, Line of sausages.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS	V
SIMBOLOGÍA	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS	VII
CAPÍTULO 1.....	1
1. Introducción.....	1
1.1 Descripción del problema.....	2
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo General	2
1.2.2 Objetivos Específicos	2
1.3 Marco teórico	2
1.3.1 Sistema de limpieza de superficies de contacto.....	2
1.3.2 Detergentes.....	3
1.3.3 Tensoactivos (TS)	4
1.3.4 POES (Procedimientos operativos estandarizados de saneamiento)	5
1.3.5 Productos cárnicos.....	6
CAPÍTULO 2.....	8
2. Metodología	8
2.1 Levantamiento de información.....	8
2.2 Diseño de los sistemas de limpieza.....	9
2.2.1 Etapas del sistema de limpieza	10
2.2.2 Productos de limpieza	10
2.2.3 Concentración de los productos de limpieza.....	11
2.2.4 Tiempos de operación y consumo de agua en la limpieza.....	12
2.3 Evaluación de los métodos de limpieza	13
2.3.1 Toma de muestras	13
2.3.2 Verificación Microbiológica	14
2.3.3 Análisis Estadístico	16

2.3.4	Estimación de Costos.....	16
CAPÍTULO 3.....		17
3.	Resultados	17
3.1	Levantamiento de información.....	17
3.2	Diseño de sistemas COP.....	19
3.2.1	Sistema de limpieza COP 1.....	19
3.2.2	Sistema de limpieza COP 2.....	19
3.3	Evaluación de los métodos de limpieza.....	20
3.3.1	Consumo de agua	20
3.3.2	Tiempo total de operación	21
3.3.3	Verificación microbiológica	22
3.3.4	Resultados del diseño de experimentos	24
3.3.5	Estimación de costos.....	25
3.4	Sistema COP.....	25
CAPÍTULO 4.....		26
4.	Discusión y Conclusiones	26
4.1	Conclusiones	27
4.2	Recomendaciones	28
BIBLIOGRAFÍA		
APÉNDICES		

ABREVIATURAS

BPM	Buenas Prácticas de Manufactura
BT	Biotensoactivo
CIP	Cleaning In Place
COP	Cleaning Out Place
CIBE	Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FIMCP	Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción
MINSA	Ministerio de Salud del Perú
POES	Procedimiento Operativo Estandarizado de Sanitización
PYMES	Pequeñas y medianas empresas
TS	Tensoactivo
UFC	Unidades Formadoras de Colonias

SIMBOLOGÍA

mg	Miligramo
g	Gramo
kg	Kilogramo
ml	Mililitro
L	Litro
m ²	Metro cuadrado
ppm	Partes por millón
Min	Minuto

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Fases del proyecto.....	1
Figura 2.2. Tipos de detergentes utilizados en los equipos y utensilios de la línea de proceso de la elaboración de embutidos	3
Figura 3.1. Resultados del cumplimiento de los requisitos de BPM.....	10
Figura 3.2. Flujograma del proceso de limpieza COP 1.....	12
Figura 3.3. Flujograma del proceso de limpieza COP 2.....	12
Figura 3.4. Resultados del consumo de agua de los sistemas de limpieza.....	14
Figura 3.5. Tiempo operacional empleado para el sistema COP 1	14
Figura 3.6. Tiempo operacional empleado para el sistema COP 2.....	15
Figura 3.7. Resultados de <i>Aerobios mesófilos</i> presentes en condiciones iniciales, limpieza con COP 1 y COP 2.....	16
Figura 3.8. Resultados de <i>Coliformes totales</i> presentes en condiciones iniciales, limpieza con COP 1 y COP 2.....	16

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de detergentes	4
Tabla 2. Clasificación de productos cárnicos.....	7
Tabla 3. Equipos empleados en el diseño de limpieza	9
Tabla 4. Detalle de los insumos de limpieza y sus concentraciones.....	12
Tabla 5. Detalle de los tiempos de operación y consumo de agua para COP 1	12
Tabla 6. Detalle de los tiempos de operación y consumo de agua para COP 2	13
Tabla 7. Muestras tomadas en los equipos y utensilios	14
Tabla 8. Especificaciones técnicas de ensayos microbiológicos	15
Tabla 9. Resumen del levantamiento de información.	18
Tabla 10. Porcentaje de reducción de Aerobios mesófilos	24
Tabla 11. Porcentaje de reducción de Coliformes totales.....	24
Tabla 12. Costos operativos del sistema COP 1.....	25
Tabla 13. Costos operativos del sistema COP 2.....	25
Tabla 14. Resultados de Aerobios mesófilos.....	33
Tabla 15. Resultado de Coliformes totales	33

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, se enferman 600 millones de personas al año a causa del consumo de alimentos contaminados, de ellas mueren cerca de 9 mil en América (OMS, 2017). Los ETA's o Enfermedades de transmisión por alimentos, se definen como el síndrome originado por la ingestión de alimentos y/o agua que contengan agentes etiológicos en cantidades tales que afecten la salud del consumidor a nivel individual o a grupos de población (Guerrero, 2015). Los microorganismos de mayor incidencia en los ETA's son *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Listeria Monocytogenes*, *Clostridium Botulinum*, *Bacillus Cereus* y *C. Perfringens*.

La implementación de sistemas de limpieza en las plantas de alimentos, permiten controlar y garantizar la calidad e inocuidad de sus productos, evitando la contaminación por agentes biológicos o químicos. La limpieza es un proceso que remueven la suciedad y reducen la carga microbiana adherida a las superficies en contacto con el alimento. Una característica importante en el diseño de un sistema de limpieza y desinfección es usar agentes de detergencia que ayuden a remover los residuos de alimentos eficientemente, contribuyendo de forma paralela, a la reducción de la carga microbiana a niveles permitidos (microorganismos indicadores de higiene) (Olvera, 2012)

Las pequeñas empresas procesadoras de alimentos, en su mayoría, carecen de programas de saneamiento de la línea de producción, dicho incumplimiento puede ser causa de varios factores como, la excesiva confianza de su sistema de limpieza no validado, la falta de conocimiento de los sistemas de limpieza, escasos recursos económicos, entre otros. La aplicación de las actividades de limpieza descritas en un procedimiento operativo estandarizado de saneamiento busca reducir la probabilidad de efectuar una limpieza ineficiente en la línea de producción. (de Oliveira, da Cruz, Tavolaro, & Corassin, 2016)

Por otra parte, muchas plantas industriales de alimentos emplean en sus programas de saneamiento agentes de limpieza químicos, debido a su efectividad para disminuir las películas bacterianas existentes en las superficies en contacto con los alimentos. Sin embargo, el uso de estos agentes de limpieza tiene efectos residuales sobre los alimentos y el medio ambiente, ya que las sustancias tóxicas de los detergentes que contaminan ríos y mares, se combinan con el oxígeno del agua, provocando la muerte de muchas especies marinas (Becerril Bravo, 2009)

Por tal razón, en la actualidad las industrias de alimentos buscan agentes de limpieza que no sean tóxicos y que se degraden con mayor facilidad en el ambiente, una alternativa innovadora es la incorporación de productos biodegradables en los procesos de limpieza. En el presente proyecto integrador se plantea el diseño de un sistema de

limpieza a través de la evaluación de compuestos de origen químico y biológico en una línea de producción de embutidos.

1.1 Descripción del problema

Son varias las empresas que no poseen un programa de limpieza diseñado de acuerdo con los residuos de suciedad que maneja la planta, en gran medida sus procesos de limpieza son empíricos y sin algún tipo de referencia normativa o base científica. Dicha situación ocurre de manera similar en la línea de embutidos de la planta piloto de la ESPOL. En esta área de proceso no se cumple con las medidas preventivas y prácticas generales de higiene en la manipulación, preparación y envasado de alimentos. Además, en este laboratorio se identificó que el 75% de equipos y utensilios se están deteriorando por la acumulación de residuos orgánicos. Por otro lado, se evidenció un 46% de incumplimiento de las buenas prácticas de manufactura (BPM). Por lo tanto, es necesario la validación de un sistema de limpieza en la línea de embutidos que represente el mejor de los escenarios en cuanto al consumo de agua, tiempo de limpieza y costos de operación, sin olvidar su impacto al medio ambiente.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Establecer un sistema de limpieza para el laboratorio de cárnicos de la carrera de Alimentos.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Recopilar información sobre la situación actual del sistema de limpieza de los equipos y utensilios de la planta de embutidos.
- Determinar los parámetros operacionales asociados al sistema de limpieza.
- Evaluar la acción de productos de origen biológico y químico a través de su efecto en la reducción de la carga microbiana, consumo de agua y costos de proceso.

1.3 Marco teórico

1.3.1 Sistema de limpieza de superficies de contacto

La limpieza se define como el conjunto de operaciones destinadas a eliminar la suciedad adherida a una superficie u otro objeto sin alterarla. La desinfección es la reducción en mayor o menor medida de la población microbiana mediante el

empleo de ciertos productos químicos denominados desinfectantes. (Olvera, 2012).

La limpieza y desinfección son etapas ligadas entre sí, pero independientes. Ambas se realizan antes, durante y después de la jornada de trabajo. (José, José, Valentín, & Antonio, 1998). Una forma adecuada de realizar el trabajo será como se detalla a continuación:

1. Barrido de residuos sólidos.
2. Enjuague inicial (barrido con agua).
3. Aplicación del detergente.
4. Enjuague abundante.
5. Aplicación del desinfectante.
6. Si es necesario, enjuague del desinfectante.

Considerando que en las empresas es habitual el uso del término de Limpieza para referirse al proceso de limpieza y desinfección, se utilizará para efectos de este proyecto, dicha nomenclatura.

1.3.2 Limpieza en sitio y limpieza fuera de lugar

La limpieza en sitio, llamada también cleaning in place (CIP) es un proceso automático de limpieza que no requiere el desmontaje del equipo o la línea de producción. Consiste en circular el agente de detergencia, normalmente de baja espuma, por el equipo, válvulas, tuberías, intercambiador de calor u otros equipos cerrados, bajo parámetros controlados de tiempo, temperatura, concentraciones y acción mecánica. Estos procesos son usados frecuentemente en industrias lácteas. (Miyar, 2015)

En cambio, la limpieza fuera de lugar o cleaning out place (COP) es un tipo de limpieza en el cual los equipos deben desmontarse para ser sanitizados correctamente. Además de permitir una limpieza minuciosa de todo el equipo, es fácil comprobar, mediante verificación visual, si el saneamiento ha sido completo. El sistema tiene la desventaja que el desmantelamiento de la maquinaria requiere de grandes períodos de tiempo muerto y gran consumo de mano de obra. (Mouteira & Basso, 2013)

1.3.3 Detergentes

Para la elección, la concentración y el método de aplicación del detergente se deben tener en cuenta lo siguiente aspectos:

- Naturaleza de suciedad (Tipo de restos, suciedad o materia a eliminar).
- Grado de limpieza o saneamiento requerido.
- El tipo de superficie a limpiarse.
- El tipo de equipo utilizado para la limpieza y desinfección.

Según su formulación, los detergentes se clasifican en alcalinos y ácidos.

Tabla 1. Tipos de detergentes

Tipos de detergentes	Características
Detergentes Alcalinos	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Detergentes alcalinos fuertes (pH 12-14)</u>: contienen sosa o potasa y suelen incluir silicatos, tienen alto poder de saponificación. • <u>Detergentes alcalinos medios y débiles (pH 7.5-12)</u>: Contienen metasilicatos y fosfatos. Son más seguros de manejo y pueden utilizarse en superficies de aluminio. • <u>Detergentes alcalinos clorados</u>: son generalmente más agresivos para aflojar las suciedades proteicas persistentes o para las superficies que son difíciles de limpiar debido a su forma o tamaño. No deben usarse en materiales corrosibles como el aluminio. Aunque son clorados para ayudar con la disrupción química de los residuos ellos son detergentes no desinfectantes.
Detergentes neutros (pH 6.5-7.5)	<ul style="list-style-type: none"> • Contienen mezclas de agentes mojantes y polifosfatos. • Pueden utilizarse en la limpieza manual de las superficies poco sucias.
Detergentes ácidos	<ul style="list-style-type: none"> • Disuelve las incrustaciones o depósitos minerales. • Los ácidos fuertes (inorgánicos) son muy corrosivos, aunque el sulfámico y el fosfórico lo son menos.

Fuente: Moreno, 2006

Elaborado por: Rivera D., Sandoval A., 2018

Los detergentes pueden ser espumantes o no espumantes, los detergentes espumantes son usados para sistemas COP y los detergentes de espuma controlada se usan para sistemas CIP (Canet Gasco, Orihuel Irazo, & Bertó Navarro, 2013).

1.3.4 Tensoactivos (TS)

Los tensoactivos son moléculas de naturaleza anfipática, es decir, que su estructura posee una parte hidrofílica y una hidrófoba, esta característica permite que sea una sustancia capaz de unirse tanto a solventes polares como el agua, y a solventes orgánicos como hidrocarburos, aceites o grasas. Estos

compuestos pueden ser de origen sintético o de origen microbiano. Los compuestos de origen microbiano se conocen como biotensioactivos (BT); algunas de las ventajas que presenta los BT son: baja toxicidad, alta selectividad, biodegradabilidad y efectividad a temperaturas y pH extremos. (Chakraborty, Chakrabarti, & Das, 2014)

Los TS Y BT son muy versátiles y pueden ser aplicados en diferentes procesos de la industria alimentaria, ya que pueden cumplir funciones como:

- Estabilizante de emulsiones
- Agentes que disminuyen la tensión superficial e interfacial
- Adherencia y liberación de células en la superficie
- Mejoradores de textura
- Entre otros

En condiciones específicas, algunos microorganismos son capaces de producir BT de tipo lipopéptidos y lipoproteínas los cuales son muy aplicados para la inhibición de la formación de biofilms de bacterias patógenas a los seres humanos, tales como *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* (Rivardo, Turner, Allegrone, Ceri, & Martinotti, 2009) incluso se menciona actividad antimicrobiana contra *Klebsiella*, *Shigella*, *Salmonella*, *Streptococcus*. (Chakraborty et al., 2014).

1.3.5 POES (Procedimientos operativos estandarizados de saneamiento)

Son procedimientos normativos que se aplican en las industrias de alimentos con el objetivo de prevenir la contaminación directa o la adulteración de los productos que allí se elaboren, fraccionen y/o comercialicen (de Oliveira, da Cruz, Tavolaro, & Corassin, 2016). Los POES contienen toda la información detallada acerca de las actividades de saneamiento de instalaciones, utensilios y equipos, logrando de esta manera que se fabriquen productos inocuos para el consumidor.

A continuación, se nombran las ocho consideraciones claves de saneamiento de la FDA:

1. Seguridad del agua
2. Limpieza y saneamiento de las superficies en contacto con los alimentos
3. Prevención de contaminación cruzada
4. Mantenimiento de las facilidades de lavado y desinfección de manos y de los servicios sanitarios
5. Protección de los alimentos de adulteraciones

6. Rotulación, almacenamiento y uso de sustancias tóxicas en forma adecuada
7. Control de las condiciones de salud de los empleados
8. Control de plagas

Para efectos del proyecto nos enfocaremos en el POES #2: Limpieza y saneamiento de las superficies en contacto con los alimentos

Básicamente el contenido de un POES es el siguiente:

- a. El monitoreo: incluye la condición de las superficies de contacto con los alimentos, el saneamiento, el tipo y concentración de detergente y desinfectante, los guantes y las vestimentas exteriores del personal manipulador de alimentos. Es importante destacar que se debe verificar y comprobar el sistema de saneamiento utilizado.
- b. Las correcciones: son necesarias cuando se presenten problemas y se deben detallar en los registros.
- c. Los registros: son la evidencia de que se realiza el POES adecuadamente y aquí se especifica la frecuencia del monitoreo, las acciones correctivas y las observaciones. (Alianza Nacional de HACCP de Pescados y Mariscos con Fines de Capacitación y Educación, 2000)

La aplicación de los POES es esencial para que una empresa fabrique productos de calidad, además de que son complementarios a las BPM y son parte de los principios generales de higiene.

1.3.6 Productos cárnicos

Se consideran productos y derivados cárnicos aquellos productos alimenticios preparados total o parcialmente con carnes, despojos o grasas y subproductos comestibles, precedentes de los animales de abasto u otras especies y en su caso, ingredientes de origen vegetal o animal, así como condimentos, especias y aditivos autorizados. (Ordoñez, 1999)

Básicamente los productos cárnicos que se elaboran en la planta piloto de ESPOL pueden clasificarse en 2 grupos principales:

1. Productos cárnicos tratados por el calor.
2. Embutidos.

Tabla 2. Clasificación de productos cárnicos

Productos cárnicos tratados por el calor	Son productos elaborados a base de carne y/o despojos comestibles adicionados o no especies y condimentos. Son sometidos a la acción de calor alcanzando en su interior una temperatura suficiente para lograr la coagulación de las proteínas cárnicas.
Embutidos crudos curados	Son productos que no pasan por un proceso de cocción en agua, estos pueden consumirse en estado fresco o cocinado posterior a una maduración.

Fuente: Ordoñez, 1999

Elaborado por: Rivera D., Sandoval A., 2018

Con frecuencia los productos cárnicos, sobre todo los cocidos y crudos curados son expuestos a la acción del humo. La acción del humo contribuye al desarrollo de sabores, aromas y colores característicos, debido a la combustión del serrín de madera que libera compuestos ácidos, alcoholes, carbonilos y fenoles.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

El desarrollo del proyecto integrador se llevó a cabo en la planta piloto de ESPOL ubicada en la ciudad de Guayaquil de la provincia del Guayas. La planta cuenta con un área exclusiva para la elaboración de embutidos y con los equipos necesarios para dicha actividad. La metodología de diseño del presente proyecto integra cuatro fases que se resumen en la Figura 2.1.

1. La primera fase es el levantamiento de información, para lo cual se realizaron visitas a la planta piloto. Durante esta actividad se determinó la situación actual de la línea de producción de embutidos.
2. En la segunda fase se diseñó el proceso de limpieza para los equipos y utensilios de la línea de embutidos
3. En la tercera fase se evaluaron los dos métodos de limpieza y desinfección diseñados para la línea de productos cárnicos, mediante análisis microbiológicos de las superficies en contacto con el alimento, consumo de agua, estimación del costo y tiempo de operación.
4. Finalmente, se implementó el POES, considerando el agente de limpieza más eficiente.

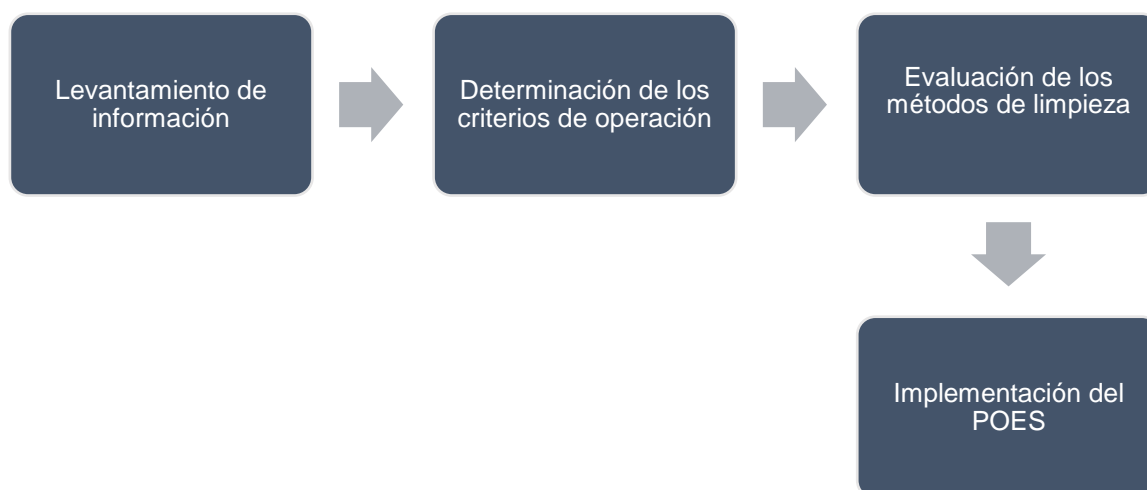


Figura 2.1 Fases del proyecto

Elaborado por: Rivera D., Sandoval A., 2018

2.1 Levantamiento de información

Durante la visita al laboratorio de embutidos de Alimentos se realizó una auditoría interna considerando los incisos de la RESOLUCIÓN ARCSA-DE-067-2015-GGG que estén relacionados con la limpieza y desinfección de las superficies en

contacto con el alimento (Ver apéndice A). La información recopilada permitió conocer los aciertos y desaciertos que se presentan en la línea de producción entorno a la calidad de la limpieza.

Por otro lado, se realizó una entrevista al Ing. Luis Plaza (Ver apéndice B), profesor de Procesamiento de Cárnicos, para conocer los equipos de la línea de embutidos, características de la limpieza y estado inicial de los equipos de producción.

2.2 Diseño de los sistemas de limpieza

Los equipos del laboratorio de embutidos que fueron utilizados para el diseño de limpieza se describen en la Tabla 3.

Tabla 3. Equipos empleados en el diseño de limpieza

Equipo	Descripción	Características
Molino	Molino de carne totalmente de acero inoxidable con sistema especial de corte Unger sencillo, doble o triple.	Capacidad: ± 350 Kg/h. Marca: Mainca Modelo: PM-82
Cutter	La máquina está conformada por un grupo de cuchillas que giran para cortar los alimentos contenidos en el bowl. Todas las partes que están en contacto con el alimento están fabricadas de acero inoxidable.	Capacidad: 400 Kg/h Marca: Fatosa Modelo: C20
Embutidora	Máquina embutidora con sistema de pistón hidráulico, fabricada totalmente en acero inoxidable de fácil manipulación mediante palanca accionada con la rodilla para subir y bajar, y mando de regulación de velocidades.	Capacidad: 25 litros Marca: Fatosa Modelo: E25
Cortadora de Embutido	Cortadora integrada de acero inoxidable con bastidor de aluminio anodizado, cuchillas huecas alemanas, una exposición nula y ultra segura de la cuchilla durante la limpieza, un afilador remoto higiénico y con cómodo diseño ergonómico. Espesor de corte: 0-16 mm.	Marca: Univex Modelo: 7512

Elaborado por: Rivera D., Sandoval A., 2018

2.2.1 Etapas del sistema de limpieza

El proceso limpieza comenzó con el barrido de los residuos orgánicos mediante el uso de agua a temperatura ambiente. Posteriormente se aplicó la solución de detergente para remover la suciedad adherida a la superficie y, por último, se realizó un enjuague final.

Para efectos de este proyecto, no se aplicará el desinfectante en la evaluación de los dos métodos ya que puede interferir en los resultados de la verificación microbiológica. Sin embargo, en la documentación respectiva se detallará dicho paso para establecer el sistema de saneamiento completo.

2.2.2 Productos de limpieza

En general, métodos de limpieza que se evaluaron en la línea de embutidos de la planta piloto de ESPOL fueron dos:

COP 1: Método de limpieza utilizando productos químicos

COP 2: Método de limpieza utilizando un producto biológico

COP 1:

Para eliminar la suciedad de los equipos de la línea cárnica se utilizó el detergente de tipo alcalino ya que la naturaleza de la suciedad en el equipo era orgánica (restos de carne, vegetales, grasa, etc). En los equipos con sistemas abiertos y cuyas partes eran desmontables se utilizó detergente alcalino clorado con espuma. La selección del detergente también dependía del tipo de superficie del equipo, en ese caso, la cortadora no está fabricada de acero inoxidable en su totalidad, por lo que se usó detergente neutro para dicho equipo. Así mismo, para la tabla de picar y cuchillos se utilizó detergente alcalino. En la figura 2.2 se describe el tipo de detergente usado en cada equipo y utensilio.

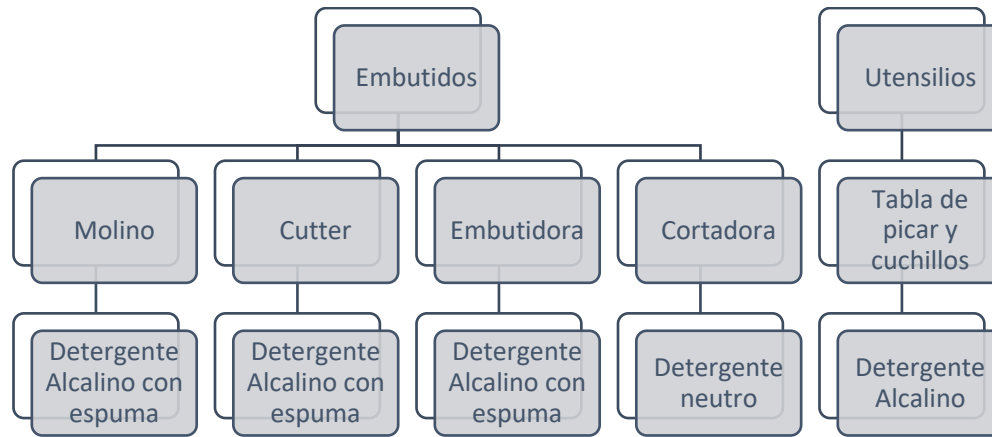


Figura 2.2 Tipos de detergentes utilizados en los equipos de la línea de proceso de elaboración de embutidos

Elaborado por: Rivera D., Sandoval A., 2018

COP 2:

Para este método se utilizó el BT como detergente para la limpieza de todos los equipos y utensilios. El biotensoactivo se produjo a partir de un cultivo de la bacteria *Bacillus subtilis* DS023. Para su recuperación, en el sobrenadante libre de células se adicionó 500µg de ácido clorhídrico al 37%. Después se refrigeró la solución a 10°C por 20h. Se procedió a centrifugar a 5000 rpm 4°C por 15 min y se obtuvo el extracto crudo de BT. La preparación del BT líquido se realizó a una concentración de 0,8 mg/ml y luego se diluyó de acuerdo a las condiciones de trabajo establecidas. Al compuesto se denominó **BTDS23L**. (Centanaro & Vareles, 2017).

2.2.3 Concentración de los productos de limpieza

La concentración de la solución del agente químico es directamente proporcional al nivel de suciedad de los equipos y utensilios. A niveles de suciedad bajos-medios se suele utilizar una concentración del 2% al 3% de agente de limpieza, mientras que a niveles altos de suciedad se establece una concentración máxima del 6%.

Para la determinación de la concentración de la solución del detergente biológico se optó por usar el mismo porcentaje que el agente de limpieza químico.

En la tabla 4 se detalla las diferentes concentraciones que se usaron para la experimentación.

Tabla 4. Detalle de los insumos de limpieza y sus concentraciones

Producto	Marca	Concentración
Detergente alcalino Clorado (COP 1)	Chemicals Clean S.A	3%
Detergente neutro (COP 1)	Chemicals Clean S.A	3%
Biotensoactivo (COP 2)	Obtenido del CIBE	3%

Elaborado por: Rivera D., Sandoval A., 2018

2.2.4 Tiempos de operación y consumo de agua en la limpieza

Las cantidades de agua para cada etapa de la limpieza, tanto en equipos y utensilios fueron seleccionadas en función a la experiencia del encargado de laboratorio.

COP 1:

En la tabla 5 se detalla los tiempos de exposición y el consumo de agua empleados para el desarrollo de la limpieza con el método 1.

Tabla 5. Detalle de los tiempos de operación y consumo de agua para COP 1

TIEMPO DE OPERACIÓN (min) Y CONSUMO DE AGUA (l)				
Etapa	Barrido de residuos sólidos	Acción del detergente	Enjuague abundante	TOTAL
Molino	4 min	10 min	6 min	20 min
	5 L	3 L	5 L	13 L
Cutter	3 min	10 min	9 min	22 min
	3 L	3 L	4 L	10 L
Embutidora	6 min	10 min	5 min	21 min
	4 L	4 L	5 L	13 L
Cortadora	2 min	5 min	2 min	9 min
	1 L	1 L	1 L	3 L
Tabla de picar	2 min	5 min	2 min	9 min
	1 L	1 L	2 L	4 L
Cuchillos	2 min	5 min	1 min	8 min
	1 L	1 L	1 L	3 L
TOTAL TIEMPO DE LIMPIEZA (MINUTOS): 89				
TOTAL CONSUMO DE AGUA (LITROS): 46				

Elaborado por: Rivera D., Sandoval A., 2018

COP 2:

En la tabla 6 se detalla los tiempos de exposición y el consumo de agua empleados para la limpieza de la línea utilizando el método 2.

Tabla 6. Detalle de los tiempos de operación y consumo de agua para COP 2

TIEMPO DE OPERACIÓN (min) Y CONSUMO DE AGUA (l)				
Etapa	Barrido de residuos sólidos	Acción del detergente	Enjuague abundante	TOTAL
Molino	4 min	10 min	3 min	17 min
	5 L	3 L	3 L	11 L
Cutter	3 min	10 min	3 min	16 min
	3 L	3 L	2 L	8 L
Embutidora	6 min	10 min	5 min	21 min
	4 L	4 L	3 L	11 L
Cortadora	2 min	5 min	2 min	9 min
	1 L	1 L	1 L	3 L
Tabla de picar	2 min	5 min	2 min	9 min
	1 L	1 L	1 L	3 L
Cuchillos	2 min	5 min	1 min	8 min
	1 L	1 L	1 L	3 L
TOTAL TIEMPO DE LIMPIEZA (MINUTOS): 80				
TOTAL CONSUMO DE AGUA (LITROS): 39				

Elaborado por: Rivera D., Sandoval A., 2018

2.3 Evaluación de los métodos de limpieza

2.3.1 Toma de muestras

La resolución ministerial N° 461-2007/MINSA menciona que el procedimiento para la selección de muestras debe estar en función de los riesgos sanitarios relacionados a las diferentes etapas de la cadena alimentaria, sea la fabricación, la de elaboración y/o expendio.

En la tabla 7 se indican los puntos de muestro. Para tomar la muestra en el molino se seleccionaron dos áreas claves del equipo, placa de corte que es la parte por donde se expulsa la carne molida y un punto muerto ubicado en el interior del cabezote, evaluando de esa forma la limpieza profunda y efectiva de todo el equipo. Los puntos de muestreo del cutter fueron las cuchillas y el plato. Para la embutidora se tomaron muestras de los dos empaques y del pistón del lado que está en contacto directo con el producto. Solamente se tomó una

muestra para la cortadora en el disco ya que es la parte principal del equipo. Finalmente, para los utensilios se seleccionaron 3 cuchillos de los cuales se tomó muestra de la hoja y el vértice entre la hoja y mango, y una tabla de picar de tamaño grande.

Tabla 7. Muestras tomadas en los equipos y utensilios

# De muestras	Equipos y utensilios	Superficie inerte	Técnica de muestreo	Tipo de superficie
2	Molino	Punto muerto	Hisopado	Regular
		Placa de corte	Hisopado	Regular
2	Cutter	Cuchillas	Hisopado	Irregular
		Plato	Hisopado	Regular
2	Embutidora	Empaques	Hisopado	Regular
		Pistón	Hisopado	Regular
1	Cortadora	Disco	Hisopado	Regular
1	Cuchillo	Vértice del mango y hoja	Hisopado	Irregular
1	Tabla de picar	Superficie	Hisopado	Regular
TOTAL DE MUESTRAS: 9				

Elaborado por: Rivera D., Sandoval A., 2018

Según la norma referida, el área de muestreo para superficies inertes regulares debe ser de 100 cm² o más los cuales fueron tomados en cuenta para dicha actividad. También menciona que, si hay suciedad visible, la limpieza se considerará inaceptable y no se procederá a la evaluación microbiológica correspondiente a las superficies de contacto. Los resultados deberán expresarse en UFC/cm² de superficie muestreada.

2.3.2 Verificación Microbiológica

Para conocer las condiciones iniciales de los equipos y utensilios de la línea de productos cárnicos se realizó un análisis microbiológico a cada punto de muestreo inmediatamente después de la producción de un embutido. Posteriormente, se tomaron muestras después de la limpieza efectuada con el COP 1 (detergente de origen químico) y con el COP 2 (detergente de origen biológico) en los mismos puntos seleccionados.

El conteo microbiológico se realizó mediante la aplicación del método rápido de la marca Compact Dry "Nissui" para la detección de *Coliformes totales* y *Bacterias mesófilas aerobias*. El método rápido es un procedimiento sencillo y seguro que permite determinar y cuantificar microorganismos indicadores de higiene, mediante el uso de placas pre esterilizadas y enriquecidas con

nutrientes suplementados de sustancias selectivas. La verificación microbiológica se fundamentó en la Guía técnica peruana para el análisis microbiológico de superficies en contacto con alimentos y bebidas.

Para las muestras de los equipos en las condiciones iniciales se realizó la siembra de la primera, segunda y tercera dilución; mientras que para los métodos 1 y 2 se sembró la primera dilución.

2.3.3 Método de determinación

La determinación de aerobios mesófilos y coliformes totales fue realizada por los métodos AOAC que se indican en la tabla 8.

Tabla 8. Especificaciones técnicas de ensayos microbiológicos

Parámetros	Método
Determinación de Aerobios mesófilos	AOAC-RI 010404
Determinación de Coliformes totales	AOAC-RI 110402

Elaborado por: Rivera D., Sandoval A., 2018

2.3.4 Cálculo y expresión de resultados

La resolución ministerial N° 461-2007/MINSA menciona que:

- Para superficies regulares el número de colonias obtenidas (UFC) se multiplicará por el factor de dilución y por el volumen de solución diluyente utilizada en el muestreo (1ml) y se dividirá entre el área de la superficie hisopada o muestreada.
- Para superficies irregulares el número de colonias obtenidas (UFC) se multiplicará por el factor de dilución y por el volumen de la solución diluyente usada (1 ml)

Se promediaron las muestras en el estado inicial de cada equipo, así como también se realizó el promedio de las muestras del COP 1 y COP 2. Posteriormente, se aplicó la ecuación 2.1 para calcular la reducción microbiana en los equipos y utensilios tanto para *aerobios mesófilos* y *coliformes totales*.

Ecuación 2.1. Reducción de la Carga microbiana (%)

$$\%Reducción\ Carga\ microbiana = \frac{(C_i - C_{f_m})}{C_i} \times 100\%$$

En donde:

m es el proceso COP evaluado;

Ci es la carga promedio de las muestras iniciales en UFC/cm²

Cf es la carga promedio de las muestras finales en UFC/cm²

2.3.5 Análisis Estadístico

En esta etapa del proyecto se analizó como afecta el tipo de detergente empleado en las dos metodologías respectivas, a la carga microbiana de cada equipo y/o utensilio; se optó por realizar una prueba de ANOVA de un solo factor, sin embargo, los datos no siguieron una distribución normal por lo que no fue posible realizar dicha prueba, en contraposición se realizó una prueba no paramétrica: Kruskal-Wallis en la que el factor fue el método de limpieza (detergente químico o biológico) y variable respuesta fue carga microbiana (*aerobios mesófilos y coliformes totales*), bajo un nivel de confianza del $p < 0,05$. Esta prueba no paramétrica me permitirá conocer si los sistemas de limpieza, COP 1 y COP 2 logran alcanzar los mismos resultados microbiológicos. Se establecieron las siguientes hipótesis:

Ho: Las medianas de la carga aerobios mesófilos/coliformes totales resultantes al limpiar con el COP 1 y COP 2 son iguales.

Hi: Existe al menos una mediana de la carga aerobios mesófilo/coliformes totales resultante al limpiar con el COP 1 y COP 2 que es diferente.

2.3.6 Estimación de Costos

Para la valoración de los costos del presente proyecto se consideró la cantidad de agua, cantidad de químico, biotensioactivo utilizados en los diferentes métodos de limpieza, así como también el salario de un operador de limpieza, los insumos de limpieza y los materiales microbiológicos necesarios para la validación de los métodos de limpieza.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS

3.1 Levantamiento de información

Una vez realizada la inspección en la línea de embutidos ubicada en planta piloto ESPOLE se determinaron fallas en el cumplimiento de la normativa de Buenas Prácticas de Manufactura regulada por el Ministerio de salud pública del Ecuador. En la figura 3.1 se muestra el porcentaje de cumplimiento de BPM, siendo esta al inicio del trabajo del 54%.

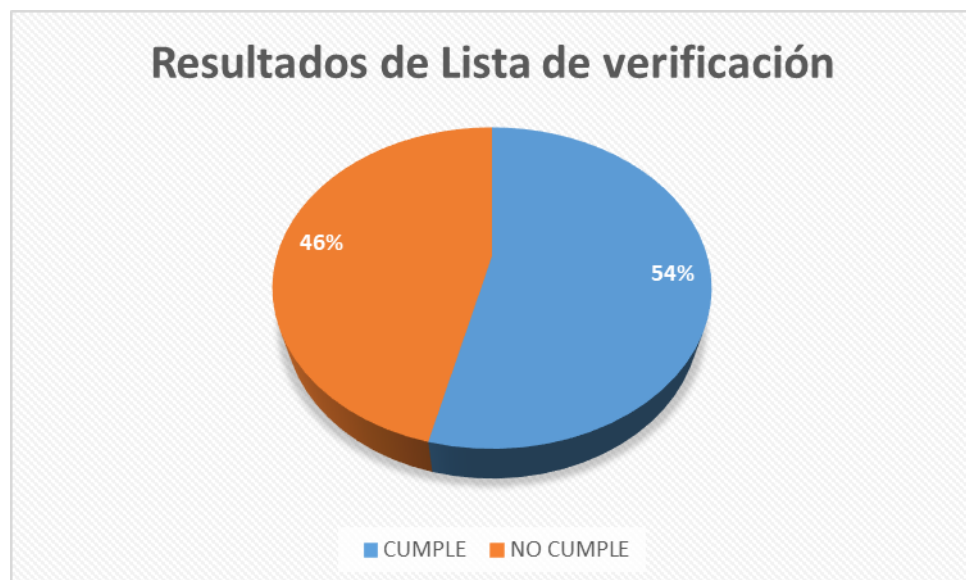


Figura 3.1 Resultados del cumplimiento de los requisitos de BPM

Elaborado por: Rivera D., Sandoval A., 2018

Se encontró que la falta de cumplimiento de BPM (46%) corresponde a actividades como a la mala organización de los equipos, falta de procedimientos de limpieza validados, mala manipulación de sustancias tóxicas, además no se encontró registros de verificación de limpiezas anteriores. En relación a los productos de limpieza utilizados no existía información sobre las dosis y frecuencias de uso. Esta información sirvió de base para aplicar un correcto procedimiento operativo estandarizado de sanitización que abarque todas las falencias previamente identificadas, que se presentan en la tabla 9.

Tabla 9. Resumen del levantamiento de información de los equipos de la línea de embutidos de la planta piloto de ESPOL.

Equipo	Detalle
Molino, cutter y embutidora	Frecuencia de uso: Cada 15 días Frecuencia de limpieza: Cada 15 días Situación actual: El equipo se encontró visualmente sucio, principalmente los puntos muertos, es decir aquellos lugares en donde es difícil acceder para la limpieza.
Cortadora	Frecuencia de limpieza: Cada 15 días Frecuencia de uso: Cada 15 días Situación actual: El equipo se encontró sucio en su totalidad.
Tabla de picar	Frecuencia de limpieza: Cada 15 días Frecuencia de uso: Cada 15 días Situación actual: El utensilio se encontró sucio y con polvo.
Cuchillos	Frecuencia de limpieza: Cada 15 días Frecuencia de uso: Cada 15 días Situación actual: Los tres cuchillos se encontraron sucios tanto en la hoja, como en el ángulo que une la hoja con el mango.

Elaborado por: Rivera D., Sandoval A., 2018

Se puede observar que tras una falta de POES en la línea de embutidos, los equipos y utensilios se encontraron sucios, especialmente en los puntos muertos; la placa de corte así como también el cabezote del molino presentaron acumulación de residuos orgánicos y manchas de colores a causa de la ineficiente limpieza. El cutter presentó acumulación de suciedad en el centro del plato, siendo esta una zona difícil de acceder. Los empaques y el tornillo que ajusta el pistón de la embutidora presentaron las mismas condiciones. Se visualizó además que la cortadora tenía altos niveles de suciedad ya que se encontró restos de materia orgánica alrededor de toda la caja que contiene la cuchilla debido principalmente, a que muy pocas veces se había desarmado el equipo para su limpieza.

3.2 Diseño de sistemas COP

3.2.1 Sistema de limpieza COP 1

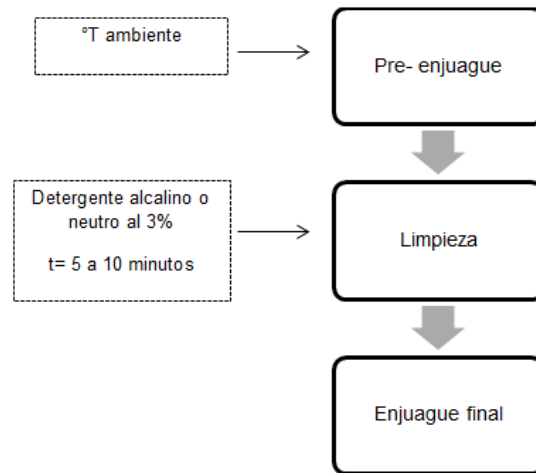


Figura 3.2 Flujograma del proceso de limpieza COP 1

Elaborado por: Rivera D., Sandoval A., 2018

Como se describe en el flujo del proceso de limpieza COP 1, se empieza con el pre-enjuague, el cual ayuda a la remoción de las partículas, siguiendo por la limpieza con el detergente alcalino o neutro al 3% con un tiempo de acción de 5 a 10 minutos dependiendo del equipo o utensilio. Finalmente se realiza un enjuague. Es importante mencionar que la cantidad de agua necesaria para cada etapa del proceso dependerá del tamaño del equipo.

3.2.2 Sistema de limpieza COP 2

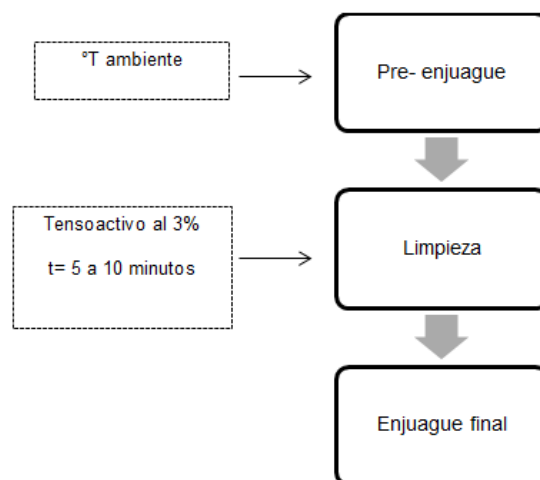


Figura 3.3 Flujograma del proceso de limpieza COP 2

Elaborado por: Rivera D., Sandoval A., 2018

Como se describe en el flujo del proceso de limpieza COP 2, se empieza con el pre-enjuague, el cual ayuda a la remoción de las partículas, siguiendo por la limpieza con el biotensoactivo al 3% con un tiempo de acción de 5 a 10 minutos dependiendo del equipo o utensilio. Finalmente se realiza un enjuague. Es importante mencionar que la cantidad de agua necesaria para cada etapa del proceso dependerá del tamaño del equipo.

3.3 Evaluación de los métodos de limpieza

Los métodos propuestos fueron evaluados en función de: consumo de agua, microbiología y costos.

3.3.1 Consumo de agua

El consumo de agua total utilizado para las etapas de pre-enjuague y limpieza fue de 28 litros, este mismo valor se empleó tanto para el método químico (COP 1) y el método biológico (COP 2). Por esta razón solo se analizó el consumo de agua en la etapa del enjuague final, ya que fue la única etapa del proceso en la cantidad de agua consumida varió

En la Figura 3.4. Se observa el consumo de agua correspondiente a la etapa de enjuague del proceso de limpieza por el método químico (COP 1) y el método biológico (COP 2), logrando una reducción de 1 litro de agua para la tabla de picar, 2 litros para el enjuague del molino, cutter y embudidora. Sin embargo, se mantuvo el mismo consumo de agua para ambos métodos en la cortadora y el cuchillo. El consumo total de agua de la etapa de enjuague es de 18 litros para el COP 1 (método químico) y 11 litros para el COP 2 (método biológico).

Para establecer el ahorro del consumo de agua estimado, se realizó una equivalencia porcentual, de modo que se obtuvo un ahorro del 39% en la etapa del enjuague final del proceso de limpieza.

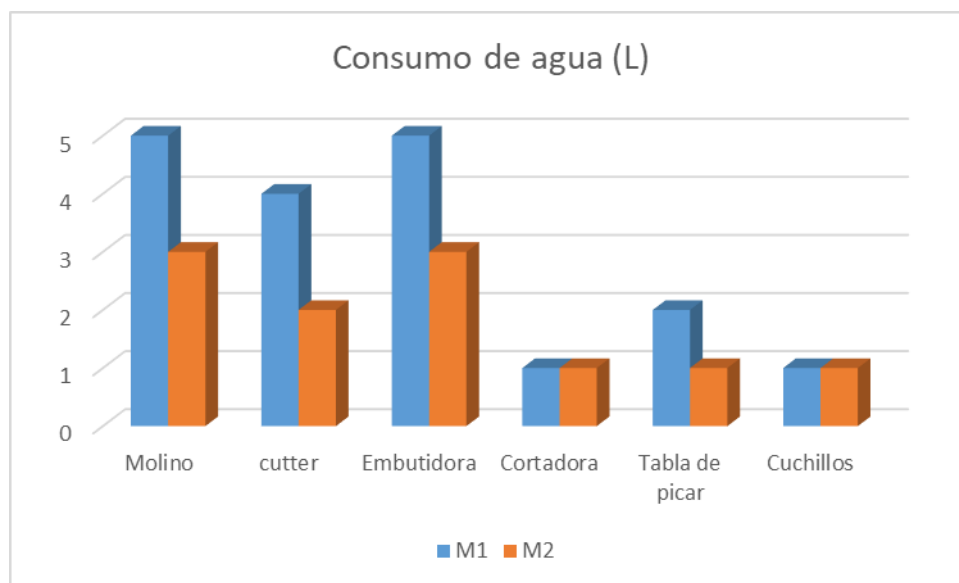


Figura 3.4 Resultados del consumo de agua del sistema COP 1 y COP 2

Elaborado por: Rivera D., Sandoval A., 2018

3.3.2 Tiempo total de operación

La figura 3.5 muestra el tiempo empleado en la limpieza de cada uno de los equipos de la línea de cárnicos, obteniendo un tiempo total del proceso de limpieza empleado por el método químico (COP 1) de 89 minutos.



Figura 3.5 Tiempo de operación empleado por el COP 1

Elaborado por: Rivera D., Sandoval A., 2018

La figura 3.6 muestra el tiempo empleado en la limpieza de cada uno de los equipos de la línea de cárnicos, obteniendo un tiempo total del proceso de limpieza empleado por el método biológico (COP 2) de 80 minutos.



Figura 3.6 Tiempo de operación empleado por el sistema COP 2

Elaborado por: Rivera D., Sandoval A., 2018

Para establecer el ahorro del tiempo del proceso de limpieza estimado usado en el producto químico en comparación con el producto biológico, se realizó una equivalencia porcentual, de modo que se obtuvo un ahorro del 10%.

3.3.3 Verificación microbiológica

Un aspecto importante en los sistemas de limpieza es la validación microbiana. En este sentido, tanto el estado inicial como el sistema COP 1 y COP 2 fueron evaluados tal como se menciona en el apartado 2.3.2.

Los resultados de *aerobios mesófilos* de esta evaluación se presentan en la tabla 14 del apéndice C. Sin embargo, para una mejor visualización se procedió a comparar el estado inicial junto con los dos sistemas de limpieza mediante un gráfico de barras (Ver figura 3.7), ahí se observa que la carga microbiana promedio inicial en los utensilios fue de $1.52E+04$ UFC/cm² y para los equipos su carga promedio inicial fue de $1.01E+04$ UFC/cm² siendo el cutter el equipo con mayor cantidad de *aerobios mesófilos*. En cuanto a la carga microbiana de *aerobios mesófilos* posterior a la limpieza con el COP 1 (agente químico), se calculó en promedio $<1.0E+01$ UFC/cm² para los utensilios y equipos excepto el cutter. Con respecto a la cantidad de *aerobios mesófilos* posterior a la limpieza con el COP 2 (agente biológico) se observó que todos los equipos excepto el cutter contaban con una carga promedio de *aerobios mesófilos* $<1.0E+01$ UFC/cm².

Por ende, se afirma que tanto los equipos como los utensilios sanitizados con el sistema COP 1 y sistema COP 2 cumplen con la normativa ya que presentan un total de *aerobios mesófilos* <10 UFC/cm² exceptuando el cutter.

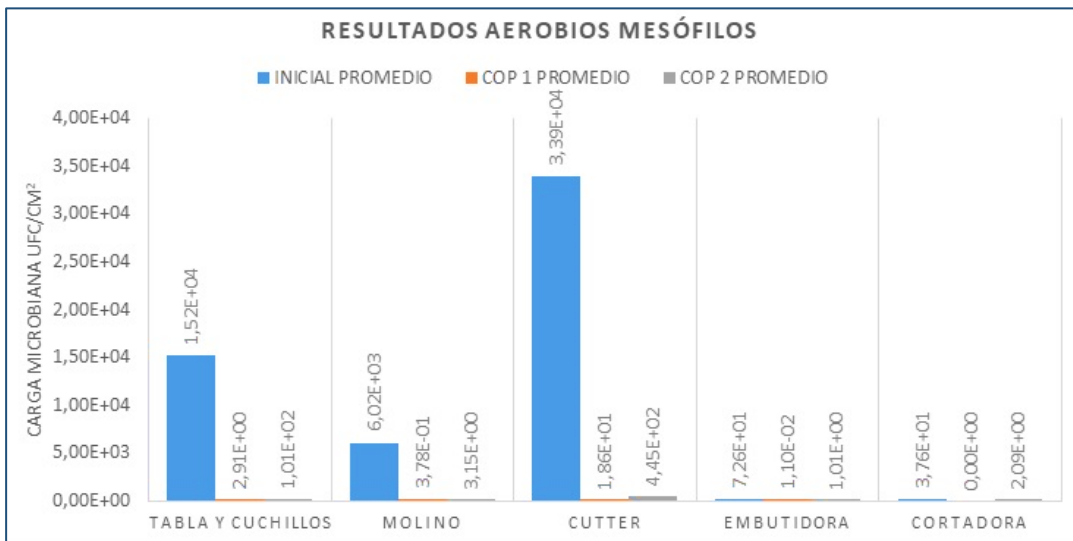


Figura 3.7 Resultados de aerobios mesófilos presentes en condiciones iniciales, limpieza con COP 1 Y COP 2

Elaborado por: Rivera D., Sandoval A., 2018

Se realizó el mismo análisis para los *coliformes totales* los cuales representan el segundo indicador de higiene. Sus resultados tanto en el estado inicial, posterior a la limpieza COP 1 y COP 2 se visualizan en la tabla 15 (Ver apéndice C). Así mismo, en la figura 3.8 se observa la comparación entre dichos métodos de limpieza, pudiéndose destacar que inicialmente se tenía una carga promedio de *coliformes totales* 1.11E+03 UFC/superficie muestreada para los utensilios y 3.06E+02 UFC/cm² para los equipos. Luego se analizaron las muestras de los equipos tomadas después de la limpieza con el COP 1 y resultaron estar dentro del límite permisible por la norma, es decir, sus valores fueron <1.0 UFC/cm², exceptuando al cutter. De manera similar ocurrió con los resultados evaluados posterior al COP 2, donde se obtuvo <10 UFC/superficie muestreada para los utensilios y <1.0 UFC/cm² para los equipos, excepto el cutter.

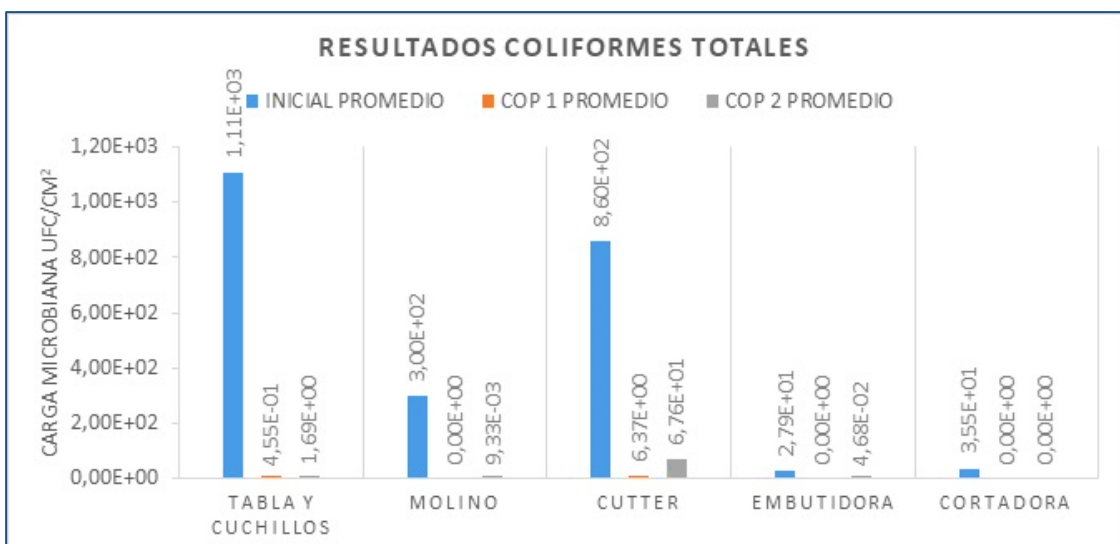


Figura 3.8 Resultados de *Coliformes totales* presentes en condiciones iniciales, limpieza con COP 1 Y COP 2

Elaborado por: Rivera D., Sandoval A., 2018

También se comparó la reducción de la carga microbiana expresada en porcentaje tanto para *aerobios mesófilos* (ver tabla 10) como para *coliformes totales* (ver tabla 11) de los métodos en cada uno de los equipos y utensilios. Claramente se evidencia que, en ambos resultados microbiológicos, la reducción es mayor usando el COP 1.

Tabla 10. Porcentaje de reducción de Aerobios mesófilos

	COP 1	COP 2
TABLA Y CUCHILLOS	99,98%	99,34%
MOLINO	99,99%	99,95%
CUTTER	99,95%	98,69%
EMBUTIDORA	99,98%	98,61%
CORTADORA	100,00%	94,44%

Elaborado por: Rivera D., Sandoval A., 2018

Tabla 11. Porcentaje de reducción de Coliformes totales

	COP 1	COP 2
TABLA Y CUCHILLOS	99,96%	99,85%
MOLINO	100,00%	100,00%
CUTTER	99,26%	92,14%
EMBUTIDORA	100,00%	99,83%
CORTADORA	100,00%	100,00%

Elaborado por: Rivera D., Sandoval A., 2018

3.3.4 Resultados del diseño de experimentos

Se realizó un análisis estadístico para evaluar el efecto de los agentes de limpieza de cada sistema COP 1 (agente químico) y COP 2 (agente biológico) sobre la carga microbiana. En la prueba de Kruskal Wallis se obtuvo un valor de $p=0,110$ con respecto a la reducción de *aerobios mesófilos*, siendo este valor mayor a $\alpha=0,05$ no se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, se puede concluir que estadísticamente, la limpieza de las superficies de contacto realizada ya sea por el COP 1 como por el COP 2 reduce la misma cantidad de aerobios mesófilos medidos en UFC/cm².

El análisis estadístico se realizó también para la reducción de *coliformes totales*, el valor p resultó ser de 0,085 por lo que se rechaza la hipótesis nula y se

concluye que estadísticamente, la limpieza realizada con el COP 1 y COP 2 reduce la carga microbiana al mismo nivel.

3.3.5 Estimación de costos

Las variables que se analizaron para la estimación de los costos operaciones de los sistemas de limpieza COP 1 y COP 2, fueron el agente de limpieza, el consumo del agua, los insumos de limpieza, el salario de un operario y los materiales microbiológicos para la validación del sistema de limpieza. En las tablas 12 y 13 se presentan los costos operativos antes mencionados de cada sistema respectivamente.

Tabla 12. Costos operativos del sistema COP 1

COP 1								
MATERIA PRIMA	COSTO UNITARIO	UNIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO DIARIO	COSTO DIARIO 13 L	COSTO MENSUAL	COSTO ANUAL
Alkafoam-Plus	\$1,80	Litro	0,03	Litro	\$0,05400	\$0,65	\$19,44	\$233,28
Detergente neutro	\$1,80	Litro	0,03	Litro	\$0,05400	\$0,05	\$1,62	\$19,44
Consumo de Agua	\$0,00055	Litro	1	Litro	\$0,00055	\$0,01	\$0,21	\$2,57
Insumos de limpieza	\$1,14	Unidad	3	Unidad	\$3,42000	\$3,42000	\$13,68	\$164,16
Operario para limpieza	\$386,00	Mensual	30	Días	\$12,87	\$12,87	\$386,00	\$4.632,00
Materiales microbiológicos								\$103,88
Imprevistos	\$1,15	Mensual	30	Días	\$0,04	\$0,04	\$1,15	\$13,80
COSTO TOTAL ANUAL								\$5.169,13

Elaborado por: Rivera D., Sandoval A., 2018

Tabla 13. Costos operativos del sistema COP 2

COP 2								
MATERIA PRIMA	COSTO UNITARIO	UNIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO DIARIO	COSTO DIARIO 13 L	COSTO MENSUAL	COSTO ANUAL
Biotensoactivo	\$0,576	Litro	0,030	Litro	\$0,01728	\$0,22	\$6,74	\$80,87
Consumo de Agua	\$0,00055	Litro	1	Litro	\$0,00055	\$0,01	\$0,21	\$2,57
Insumos de limpieza	\$1,14	Unidad	3	Unidad	\$3,42000	\$3,42000	\$13,68	\$164,16
Operario para limpieza	\$386,00	Mensual	30	Días	\$12,87	\$12,87	\$386,00	\$4.632,00
Materiales microbiológicos								\$112,36
Imprevistos	\$1,15	Mensual	30	Días	\$0,04	\$0,04	\$1,15	\$13,80
COSTO TOTAL ANUAL								\$5.005,76

Elaborado por: Rivera D., Sandoval A., 2018

El costo operacional anual estimado para el sistema de limpieza COP 1 es de \$ 5169.13 y \$ 5005.76 dólares americanos para el sistema COP 2. Si bien los valores no difieren de manera significativa entre sí, se considera que el factor que influye de manera directa en estos resultados es el costo de emplear un agente de limpieza biológico, ya que se alcanza una reducción del costo anual del 68% comparado con el sistema COP 2.

3.4 Sistema COP elegido

Una vez evaluados los dos métodos de limpieza COP 1 y COP 2, se concluyó que el sistema de limpieza más eficiente fue el COP 2 por lo que el procedimiento operativo estandarizado de limpieza de los equipos y utensilios fueron establecidos en base a dicho resultado. El POES realizado para la línea de embutidos de la planta piloto de ESPOL se presenta en el Apéndice D.

CAPÍTULO 4

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En este proyecto, se desarrolló un procedimiento operativo estandarizado de sanitización que cumple el 100% de los artículos de la normativa de Buenas Prácticas de Manufactura regulada por el Ministerio de salud pública del Ecuador con respecto a la limpieza de superficies en contacto con los alimentos. Este resultado demuestra que el nuevo sistema de limpieza es eficiente en su totalidad, ya que cuando se desarrolló la auditoria interna a la línea de embutidos en su estado inicial se cumplía con el 54% de los artículos establecidos por la norma.

El porcentaje restante (46%) representaba el incumplimiento de los siguientes puntos: al inicio, los equipos estaban ubicados de tal manera que no existía un flujo continuo de las etapas del proceso de elaboración de embutidos ya que la etapa inicial, es decir, la molienda estaba distante de la que debería ser su etapa próxima: cutteado, lo que impedía una correcta afluencia del personal y material. En todos los equipos se encontró la acumulación de residuos orgánicos (proteínas, grasas) representados con manchas de color amarillas y también acumulación de residuos inorgánicos (minerales, detergentes) representados con manchas de color blanco, a causa de la ausencia de procedimientos operativos estandarizados que especifiquen el agente de limpieza, su concentración y la frecuencia de limpieza. Para el proceso de saneamiento, no se consideraba el uso de los equipos de protección personal (EPP), ni tampoco se verificaba el estado de la limpieza de la línea de procesos.

En cuanto al análisis de la reducción microbiana de cada uno de los equipos y utensilios de la línea de embutidos, se pudo establecer al plato del cutter como el punto de muestreo con mayor carga microbiana tanto para el COP 1 como para el COP 2, lo que nos lleva a deducir que el agente de limpieza no es el factor responsable de estos valores, sino más bien el difícil acceso a la limpieza de ciertas partes del dicho equipo.

La relación entre el medio ambiente y la industria se entabló desde 1972 cuando la Declaración de Estocolmo concientizó sobre el impacto de la contaminación ambiental, dichos principios se han venido enfatizando durante décadas con el fin de reducir el impacto al medio ambiente que pudiese causar cualquier actividad antropogénica. Las aguas residuales producto de la limpieza de una línea de producción de alimentos pueden contener residuos de materia orgánica, sólidos en suspensión, nitratos y fosfatos procedentes de los restos de producto y películas eliminadas de los equipos y superficies e incluso toxicidad a causa de los agentes de limpieza y desinfección usados (Canut & Pascual, 2011), las aguas residuales contaminan mares y ríos, provocando el agotamiento del oxígeno disuelto y consecuentemente la muerte de los

organismos acuáticos. De igual manera, el uso de surfactantes químicos del tipo alquilfenoles etoxilados, usados en varios detergentes, provocan daño tanto a humanos como la fauna (Becerril Bravo, 2009) .Por lo tanto, actualmente existe un interés creciente por los sistemas de limpieza eco amigables, que muchas veces son esenciales para certificaciones como ISO 14000, y sobre todo es una salida para la reducción de aguas residuales y compuestos tóxicos que puedan afectar en la calidad del agua. En este sentido, nuestro proyecto ha demostrado que es posible realizar la limpieza de una línea de embutidos con un producto de origen biológico con BT (COP 2), el cual es biodegradable, no tóxico y capaz de reducir los niveles de consumo de agua en los sistemas de limpieza.

Además del beneficio ecológico, el uso de BT como agente de limpieza COP 2 también presenta un beneficio institucional dado la reducción de costos. Se obtuvo un costo total del sistema COP 1 de aproximadamente \$5169,13 anual y para el sistema COP 2 el costo fue de \$5005,76 anual, variando significativamente el costo del agente de limpieza empleado en cada método, estimando un ahorro de aproximadamente 68% en la compra del detergente biológico. Por lo que se concluye que el COP 2 es el sistema más eficiente ya que posee el valor más bajo de los costos operacionales e incluso ayuda a la reducción de la contaminación ambiental al ser un producto totalmente biodegradable.

4.1 Conclusiones

- El sistema de limpieza COP 1 redujo el 99,96% de coliformes totales en utensilios y 99,81% en los equipos, y el sistema COP 2 logró reducir el 99,85% de coliformes totales en utensilios y 98,00% en equipos.
- El sistema de limpieza COP 2 fue el más eficiente ya que estableció un ahorro del 39% en el consumo de agua, 10% de ahorro en el tiempo de limpieza y fue 3% más económico en comparación con el COP 1.
- El detergente del método biológico COP 2 obtuvo el mismo rendimiento que el del método químico COP 1. A ello sumándole la ventaja de actuar con una menor concentración y estar compuesto solo de BT y agua.
- Se logró implementar un sistema de limpieza en la línea de embutidos de la planta piloto de ESPOL, el cual se describe en 2 procedimientos operativos estandarizados que permitirán el correcto montaje/desmontaje de cada equipo y la limpieza de los mismos. Dicho POES fue elaborado en base a los resultados obtenidos y su aplicación proporcionará niveles altos en la higiene de los equipos y en la calidad de los productos.

4.2 Recomendaciones

- A partir de los resultados microbiológicos obtenidos por el COP 1 y COP 2 se determinó que el cutter fue el equipo con mayor carga microbiana presente por lo que se sugiere aumentar el tiempo de acción del agente de limpieza de 10 a 15 minutos y, además, utilizar herramientas de limpieza adecuadas para acceder a sus puntos muertos.
- Además, se propone aumentar la concentración del BT empleado en el COP 2 de 0.024 g/L, ya que este método de limpieza, a pesar de ser efectivo, alcanzó los valores más bajos de reducción microbiana en comparación con los valores obtenidos por el COP 1, cuya concentración fue de 30 g/L.
- Se sugiere establecer sistemas de limpiezas para todas las áreas prácticas de la carrera, ya que estos procedimientos aseguran la inocuidad de los procesos de producción.
- Es importante mencionar que el procedimiento de sanitización que se desee establecer debe contar con todos los parámetros necesarios para llevar a cabo un correcto proceso de limpieza como: el tiempo de acción del agente de limpieza, el consumo de agua de acuerdo con el tamaño del equipo, la concentración y preparación de la solución del detergente, así como también el montaje y desmontaje de los equipos. Cada uno de estos ítems deben detallarse de forma ordenada y entendible para que el encargado de la limpieza de las superficies en contacto con los alimentos pueda realizar su actividad de manera adecuada.
- Al momento de limpiar con el detergente del sistema COP 2 se recomienda mezclarlo con aditivos que ayuden a controlar el olor de la línea de producción, así como también aportar con la característica espumante en caso que se requiera.

BIBLIOGRAFÍA

- Organización Mundial de la Salud. (2017). Inocuidad de los Alimentos. Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs399/es/>
- Chakraborty, J., Chakrabarti, S., & Das, S. (2014). Characterization and antimicrobial properties of lipopeptide biosurfactants produced by *Bacillus subtilis* SJ301 and *Bacillus vallismortis* JB201. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 50(6), 609–618. <https://doi.org/10.1134/S0003683814060039>
- Ordoñez, J. A. (1999). *Tecnología de los Alimentos. Alimentos de origen animal (Segunda Ed)*. Madrid.
- Rivardo, F., Turner, R. J., Allegrone, G., Ceri, H., & Martinotti, M. G. (2009). Anti-adhesion activity of two biosurfactants produced by *Bacillus* spp. prevents biofilm formation of human bacterial pathogens. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 83(3), 541–553. <https://doi.org/10.1007/s00253-009-1987-7>
- Alianza Nacional de HACCP de Pescados y Mariscos con Fines de Capacitación y Educación. (2000). *Procedimientos de Control Sanitario para el Procesamiento de Productos Pesqueros (SSOP)*. Florida Sea Grant College Program. Retrieved from <http://190.187.112.90/promamazonia/SBiocomercio/Upload/Lineas/Documentos/366.pdf>
- de Oliveira, C. A. F., da Cruz, A. G., Tavolaro, P., & Corassin, C. H. (2016). Food Safety. In *Antimicrobial Food Packaging* (pp. 129–139). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800723-5.00010-3>
- Guerrero, J. A. (2015). *Protocolo de Vigilancia en Salud Pública: Enfermedades Transmitidas por Alimentos (Vol. 1)*.
- Moreno, B. (2006). *Higiene e inspección de carnes (Segunda Ed)*. Retrieved from https://play.google.com/books/reader?id=uSC5BgAAQBAJ&printsec=frontcover&output=reader&hl=es_419&pg=GBS.PR1
- Olvera, S. (2012). *Limpieza de instalaciones y equipamiento industriales (Primera Ed)*. Retrieved from https://books.google.com.ec/books?id=Tz01DwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=limpieza+y+desinfeccion+industrial&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=limpieza+y+desinfeccion+industrial&f=false

- José, P., José, P., Valentín, P., & Antonio, L. (1998). *LA INDUSTRIA CARNICA. El sistema de análisis de riesgos y control de puntos críticos*. (C. Pedro, Ed.) (Univerisda). Cuenca. Retrieved from [https://books.google.com.ec/books?id=-wr1PP-s4ckC&pg=PA113&dq=manual+de+limpieza+para+embudidoras&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=manual de limpieza para embudidoras&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=-wr1PP-s4ckC&pg=PA113&dq=manual+de+limpieza+para+embudidoras&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=manual+de+limpieza+para+embudidoras&f=false)
- Canet Gasco, J. J., Orihuel Iranzo, E. J., & Bertó Navarro, R. (2013). Higiene en la industria vinícola. *Monográfico Vitivinícola*, 48–54.
- Becerril Bravo, J. E. (2009). Contaminantes emergentes en el agua. *Revista Digital Universitaria*, 10(8), 1–7. <https://doi.org/10.2225/vol14-issue6-fulltext-8>
- Canet Gasco, J. J., Orihuel Iranzo, E. J., & Bertó Navarro, R. (2013). Higiene en la industria vinícola. *Monográfico Vitivinícola*, 48–54.
- Canut, a, & Pascual, a. (2011). Impacto ambiental de las operaciones de limpieza y desinfección de depósitos en la industria vinícola y mejoras ambientales a través del uso de ozono como agente desinfectante, 5–11.
- Centanaro, G., & Vareles, M. (2017). Diseño de un sistema de limpieza CIP utilizando tensoactivos de origen microbiano.
- Miyar, I. L. (2015). Validacion de limpieza CIP en instalaciones de una fabrica de produccion industrial de levadura. *Universidad de Valladolid*, 1–37. <https://doi.org/10.1214/07-AOS515>
- Mouteira, M. C., & Basso, M. I. (2013). Limpieza y desinfección en las salas de extracción de miel, 1–21.

APÉNDICES

APÉNDICE A

REQUISITOS DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA					
Empresa: Planta piloto de ESPOL				Norma guía: RESOLUCIÓN ARCSA-DE-067-2015-GGG	
Fecha: 6 DE NOVIEMBRE DEL 2017				LISTA DE VERIFICACIÓN	
Responsable: DAYANETH RIVERA Y ANDREA SANDOVAL				C: cumple	NC: no cumple
REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES Y REQUISITOS DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA CAPÍTULO II					
Descripción	NC	C	N/A	Observación	
Art. 73 De las condiciones mínimas básicas					
73.c	Que las superficies y materiales, particularmente aquellos que están en contacto con los alimentos, no sean tóxicos y estén diseñados para el uso pretendido, fáciles de mantener, limpiar y desinfectar		X		
Art. 78 De los equipos y utensilios					
78.a	Los equipos deben estar contruidos con materiales tales que sus superficies de contacto no transmitan sustancias tóxicas, olores ni sabores, ni reacciones con los ingredientes o materiales que intervengan en el proceso de fabricación		X		
78.d	Sus características técnicas deben ofrecer facilidades para la limpieza, desinfección e inspección y deben contar con dispositivos para impedir la contaminación del producto por lubricantes, refrigerantes, sellantes u otras sustancias que se requieran para su funcionamiento		X		
78.g	Los equipos se instalarán en forma tal que permitan el flujo continuo y racional del material y del personal, minimizando la posibilidad de confusión y contaminación.	X			
78.j	Todo el equipo y utensilios que puedan entrar en contacto con el alimento deben estar en buen estado y resistir las repetidas operaciones de limpieza y desinfección. En cualquier caso el estado de los equipos y utensilios no representará una fuente de contaminación del alimento		X		
Art. 99 Condiciones Ambientales					
99.a	Las sustancias utilizadas para la limpieza y desinfección, deben ser aquellas aprobadas para su uso en áreas, equipos y utensilios donde se procesen alimentos destinados al consumo humano		X		
99.c	Los procedimientos de limpieza y desinfección deben ser validados periódicamente	X			
99.d	Las cubiertas de las mesas de trabajo deben ser lisas, de material impermeable, que permita su fácil limpieza y desinfección y que no genere ningún tipo de contaminación en el producto		X		
Art. 101 Manipulación de sustancias					
	Las sustancias susceptibles de cambio, peligrosas o tóxicas deben ser manipuladas tomando precauciones particulares, definidas en los procedimientos de fabricación y de las hojas de seguridad emitidas por el fabricante	X			
Art. 136 Métodos y proceso de aseo y limpieza					
	Los métodos de limpieza de planta y equipos dependen de la naturaleza del proceso y alimento, al igual que la necesidad o no del proceso de desinfección. Para su fácil operación y verificación se debe:		X		
136.a	Escribir los procedimientos a seguir, donde se incluyan los agentes y sustancias utilizadas, así como las concentraciones o forma de uso y los equipos e implementos requeridos para efectuar las operaciones. También debe incluir la periodicidad de limpieza y desinfección	X			
136.b	En caso de requerirse desinfección se deben definir los agentes y sustancias así como las concentraciones, formas de uso, eliminación y tiempos de acción del tratamiento para garantizar la efectividad de la operación	X			
136.c	También se debe registrar las inspecciones de verificación después de la limpieza y desinfección así como la validación de estos procedimientos	X			

APÉNDICE B

Entrevistado:

Fecha:

Lugar:

Preguntas:

1. ¿Qué productos se realizan en la línea?
2. ¿Cuáles son los equipos que más se utilizan en la línea?
3. ¿Cuál es la frecuencia de uso de estos?
4. ¿Cómo se suelen limpiar los equipos?
5. ¿Cuál es la frecuencia de limpieza de estos?
6. ¿Qué agente de limpieza se usa?
7. ¿Cuál es el costo del agente de limpieza?
8. ¿Se realiza un control de inspección de limpieza?
9. ¿Se realizan validaciones microbiológicas periódicas? ¿En qué norma se basan?

APÉNDICE C

Tabla 14. Resultados de Aerobios mesófilos

AEROBIOS MESÓFILOS							
	<u>MUESTRAS</u>	<u>INICIAL</u>	<u>PROMEDIO</u>	<u>M1</u>	<u>PROMEDIO</u>	<u>M2</u>	<u>PROMEDIO</u>
UTENS.	Tabla	9,50E+02	1,52E+04	2,48E+00	2,91E+00	1,14E+00	1,01E+02
	Cuchillo	2,95E+04		3,33E+00		2,00E+02	
EQUIPOS	Molino dado	1,11E+04	6,02E+03	7,56E-01	3,78E-01	6,05E+00	3,15E+00
	Molino placa de corte	9,61E+02		0,00E+00		2,43E-01	
	Cutter cuchilla	6,60E+04	3,39E+04	2,00E+01	1,86E+01	7,60E+02	4,45E+02
	Cutter plato	1,74E+03		1,71E+01		1,30E+02	
	Embutidora empaque	9,19E+01	7,26E+01	0,00E+00	1,10E-02	1,69E+00	1,01E+00
	Embutidora pistón	5,33E+01		2,19E-02		3,29E-01	
	Cortadora	3,76E+02	3,76E+02	0,00E+00	0,00E+00	2,09E+00	2,09E+00

Elaborado por: Rivera D., Sandoval A., 2018

Tabla 15. Resultado de Coliformes totales

COLIFORMES TOTALES							
	<u>MUESTRAS</u>	<u>INICIAL</u>	<u>PROMEDIO</u>	<u>M1</u>	<u>PROMEDIO</u>	<u>M2</u>	<u>PROMEDIO</u>
UTENS.	Tabla	2,17E+02	1,11E+03	9,09E-01	4,55E-01	4,13E-02	1,69E+00
	Cuchillo	2,00E+03		0,00E+00		3,33E+00	
EQUIPOS	Molino placa de corte	5,29E+02	3,00E+02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	9,33E-03
	Molino plato	7,09E+01		0,00E+00		1,87E-02	
	Cutter cuchilla	1,60E+03	8,60E+02	0,00E+00	6,37E+00	2,00E+01	6,76E+01
	Cutter plato	1,20E+02		1,27E+01		1,15E+02	
	Embutidora empaque	3,06E+01	2,79E+01	0,00E+00	0,00E+00	7,32E-02	4,68E-02
	Embutidora pistón	2,51E+01		0,00E+00		2,04E-02	
	Cortadora	3,55E+01	3,55E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Elaborado por: Rivera D., Sandoval A., 2018

APÉNDICE D

**PROCEDIMIENTO OPERATIVO
ESTANDARIZADO PARA EL MONTAJE Y
DESMONTAJE DE EQUIPOS DE LÍNEA
CÁRNICA**



ESPOL
“Impulsando la sociedad del conocimiento”

Elaborado por: *Estudiantes Dayaneth Rivera
y Andrea Sandoval*

Aprobado por:

1. INTRODUCCIÓN

Para un correcto saneamiento de los equipos de la línea cárnica es necesario conocer los pasos del desmontaje y montaje de las partes que conforman a los mismos, de esa manera será posible limpiar y desinfectar hasta el punto muerto menos visible de cada equipo asegurando la higiene de la línea en su totalidad.

2. OBJETIVO

Establecer el procedimiento para el montaje y desmontaje de los equipos ubicados en la línea de cárnicos en la planta piloto de ESPOL.

3. ALCANCE

El ensayo aplica solamente a los siguientes equipos:

Molino

Cutter

Embutidora

Cortadora

4. REFERENCIAS

Manual de instrucciones de uso de la cortadora de embutidos Graef. SA 3370, España.

Extraído de: <http://www.cortafiambres.es/>

Manual de instrucciones de uso de la embutidora Torrey ET-25, México. Extraído de:

<http://www.torrey.net/docs/mexico/teqma/et-25/6-manual-embutidora-et25.pdf>

5. REFERENCIAS DE PROCEDIMIENTOS O INSTRUCTIVOS RELACIONADOS

PR-LC-LD-02: POE de limpieza y desinfección de equipos

6. DEFINICIONES

No aplica

7. BIOSEGURIDAD

El personal que ejecute el presente procedimiento estará expuesto a los siguientes posibles riesgos:

Físico

-Accidentes percutáneos: debido a algunas partes de los equipos como las cuchillas del cutter o del molino.

8. RESPONSABILIDADES

La siguiente tabla, designa las personas responsables de cada una de las actividades involucradas en el presente procedimiento.

Actividad	Nombre de los responsables y cargo
Desmontaje y montaje de los equipos	Estudiantes que estén cursando la materia de Procesamiento de cárnicos
Supervisión del montaje y desmontaje de los equipos	Profesor

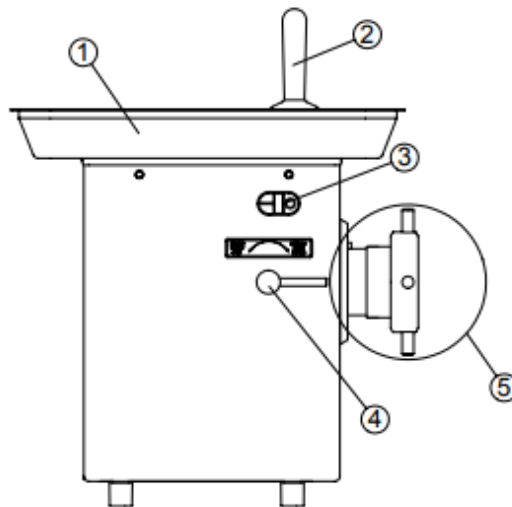
9. MATERIALES Y EQUIPOS

No aplica

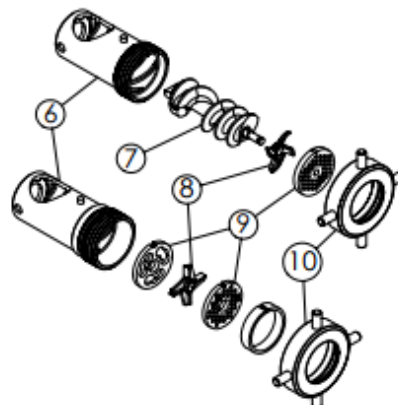
10. PROCEDIMIENTOS


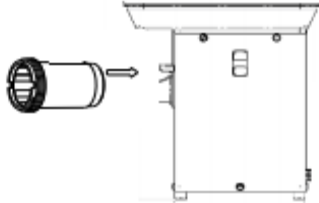
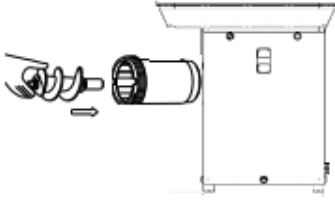
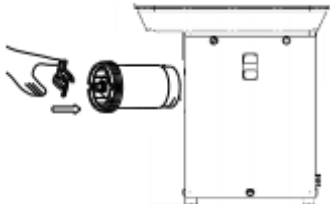
10.1 PROCEDIMIENTO DE MONTAJE Y DESMONTAJE DEL MOLINO

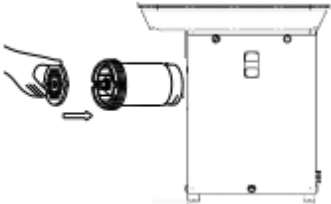
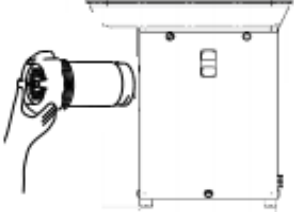

PARTES DEL MOLINO DE CARNE



1. Bandeja
2. Maza
3. Interruptor
4. Mando fijación boca
5. Grupo boca
6. Boca
7. Espiral
8. Cuchilla
9. Placa
10. Tuerca



Responsables	Actividad
Estudiantes	<p data-bbox="507 322 735 353"><u>DESMONTAJE</u></p> <p data-bbox="507 360 1276 524">Apagar el equipo. Verificar que el motor se ha detenido completamente. Desconectar el cable de poder (enchufe). Girar la tuerca del mando de fijación (4)</p> <div data-bbox="834 577 1051 658" style="text-align: center;">  </div> <p data-bbox="507 674 1396 792">Desenroscar la tuerca, sacando con cuidado la placa de corte, la cuchilla y el espiral de alimentación. Retirar el cabezal</p> <p data-bbox="507 801 667 833"><u>MONTAJE</u></p> <p data-bbox="507 842 1396 920">Sostener el grupo boca (5) o cabezal e insértela en la entrada de molienda, tal como se indica en el dibujo:</p> <div data-bbox="788 943 1107 1144" style="text-align: center;">  </div> <p data-bbox="507 1160 1396 1279">Colocar el espiral de alimentación (7) en la boca (6) (la parte más larga del espiral hacia adelante) girándolo hasta que logre el ajuste correcto con la carcasa del motor.</p> <div data-bbox="783 1294 1118 1496" style="text-align: center;">  </div> <p data-bbox="507 1496 1396 1659">Introducir la cuchilla de corte (8) en el eje del espiral de alimentación con la parte cortante mirando hacia adelante. Debe fijarse que esta puesta correctamente para su funcionamiento.</p> <div data-bbox="788 1675 1118 1877" style="text-align: center;">  </div> <p data-bbox="507 1892 1396 1968">Colocar la placa de corte (9) junto a la cuchilla junto al anillo y fijarlos mediante el mando.</p>

	 <p>Colocar la tuerca (10) roscando en el sentido de las agujas del reloj.</p>  <p>Colocar las tuercas al mando de fijación (4) y enroscarlas hacia el sentido de las manecillas del reloj.</p>  <p>Conectar el cable de poder (enchufe). Prender el equipo apretando el botón de encendido en el interruptor de control (3).</p>
<p>Profesor encargado del laboratorio</p>	<p>Verificar el estado del equipo.</p>

FRECUENCIA: Al inicio y al final de la limpieza respectivamente.

10.2 PROCEDIMIENTO DE MONTAJE Y DESMONTAJE DEL CUTTER

PARTES DEL CUTTER



Responsables	Actividad
Estudiantes	<p><u>DESMONTAJE</u></p> <p>Este equipo no posee partes desmontables. Para la limpieza y desinfección del mismo, siga los siguientes pasos: Asegurar que el equipo dejó de operar completamente Abrir la tapa del equipo El cutter está equipado con un sistema de seguridad el cual al retirar la tapa de la máquina se desligará automáticamente de la corriente eléctrica.</p> <p><u>MONTAJE</u></p> <p>No aplica</p>
Profesor encargado del laboratorio	Verificar el estado del equipo.

FRECUENCIA: Al inicio y al final de la limpieza respectivamente.

10.3 PROCEDIMIENTO DE MONTAJE Y DESMONTAJE DE LA EMBUTIDORA

PARTES DE LA EMBUTIDORA



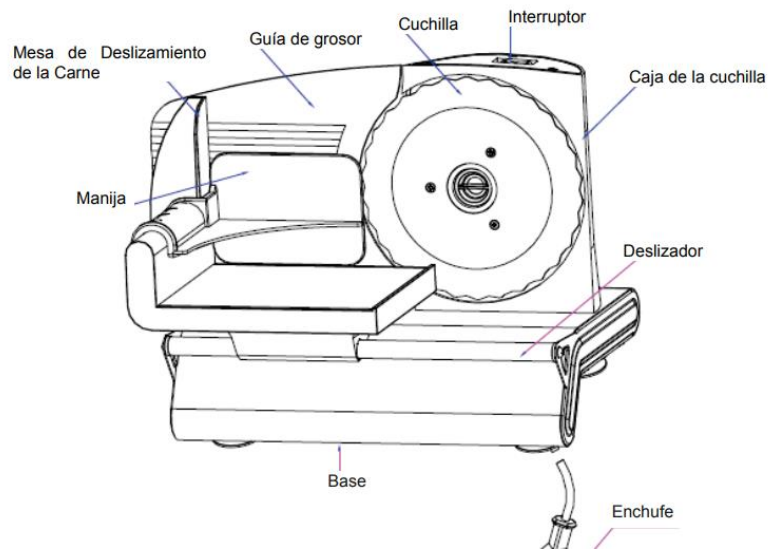
Responsables	Actividad
Estudiantes	<p data-bbox="507 360 735 398"><u>DESMONTAJE</u></p> <p data-bbox="507 443 1396 521">Asegurar que el pistón esté en su posición más alta, para ello se debe empujar la palanca con la rodilla hacia la derecha.</p> <p data-bbox="507 528 965 566">Apagar y desconectar el equipo</p> <p data-bbox="507 573 1396 651">Aflojar y extraer las dos perillas de la tapa superior. Se debe girarlas en sentido a contrario a las manecillas del reloj.</p> <div data-bbox="842 674 1074 853" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="507 875 1396 992">Levantar y retirar la tapa con la ayuda de un compañero para acceder a la parte interna del cilindro. Sacar el empaque inserto en esta tapa también.</p> <div data-bbox="850 1014 1046 1211" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="507 1223 1396 1346">Girar la tuerca de la boquilla y extraerla junto con la boquilla con cuidado. Frecuentemente, quedan restos de emulsión cárnica entre la boquilla y la tapa de la embudidora.</p> <p data-bbox="507 1352 1396 1431">Aflojar y retirar el tornillo del pistón para liberar el pistón. Extraiga el empaque para la limpieza.</p> <div data-bbox="762 1458 1121 1704" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="507 1749 667 1787"><u>MONTAJE</u></p> <p data-bbox="507 1839 1396 1917">Instale todo en orden inverso. Recuerde mantener apagado el equipo en todo el proceso</p>
Supervisor / Profesor encargado del	Verificar el estado del equipo.

laboratorio

FRECUENCIA: Al inicio y al final de la limpieza respectivamente.

10.4 PROCEDIMIENTO DE MONTAJE Y DESMONTAJE DE LA CORTADORA

PARTES DE LA CORTADORA/REBANADORA



Responsables	Actividad
Estudiantes	<p><u>DESMONTAJE</u></p> <p>Apagar y desconectar el equipo Aflojar la perilla de seguridad del porta-carro o manija para remover el cubre cuchillo.</p> <p>FIG 7. CARRO Y PORTA-CARRO</p> <p>Aflojar la perilla para el disco-cuchilla que se encuentra en la parte posterior del equipo y usando ambas manos, retire el</p>

	<p>plato protector de cuchilla levantándolo de su posición. Retirar la cuchilla aflojando los tornillos (En contra de las manecillas del reloj).</p> <p><u>MONTAJE</u></p> <p>Instale todo en orden inverso. Recuerde mantener apagado el equipo en todo el proceso</p>
<p>Profesor encargado del laboratorio</p>	<p>Verificar el estado del equipo.</p>

11. ANEXOS

NO APLICA

**PROCEDIMIENTO OPERATIVO
ESTANDARIZADO PARA LA LIMPIEZA Y
DESINFECCIÓN DE EQUIPOS DE LÍNEA
CÁRNICA**



ESPOL
“Impulsando la sociedad del conocimiento”

Elaborado por: *Estudiantes Dayaneth Rivera
y Andrea Sandoval*

Aprobado por:

1. INTRODUCCIÓN

Cada vez son más las enfermedades producidas por el consumo de alimentos contaminados, muchos de los cuales han sido elaborados en inadecuadas condiciones sanitarias. Incluso, una alta carga microbiana en los productos no solo afecta a su calidad sanitaria, sino también a su calidad organoléptica. Es por ello que, mediante este procedimiento se pretende exponer la limpieza y desinfección de los equipos de la línea cárnica de la planta piloto de ESPOL.

2. OBJETIVO

Establecer el procedimiento para la limpieza y desinfección de los equipos ubicados en la línea de cárnicos en la planta piloto de ESPOL.

3. ALCANCE

El ensayo aplica solamente a los siguientes equipos:

Molino

Cutter

Embutidora

Cortadora

5. REFERENCIAS DE PROCEDIMIENTOS O INSTRUCTIVOS RELACIONADOS

PR-LC-MD-01: POE para el desmontaje y montaje de los equipos

6. DEFINICIONES

Detergente: Sustancia química empleada para un lavado eficaz. Por las propiedades químicas del detergente este es capaz de remover suciedad y grasa.

Tensoactivos: Sustancia de origen microbiano aplicados para la inhibición de la formación de biofilms de bacterias.

EPP: Equipo de protección personal (casco, Cofia, mascarilla, guantes)

Higiene: conjunto de normas de limpieza, desinfección y sanitización que se deben aplicar para garantizar inocuidad de los alimentos.

Limpieza: Es el proceso u operación de eliminación de residuos de alimentos u otras materias extrañas indeseables.

Programa de saneamiento: Conjunto de actividades que se realizan con el fin de disminuir los riesgos de contaminación química, física o biológica que pueda llegar a

los alimentos; esta contaminación se puede presentar en el ambiente, instalaciones, superficies, equipos, desechos o personal manipulador.

Utensilio: Objeto de uso manual y frecuente que permite ejecutar un oficio o arte

Punto muerto: Aquella área que hace parte de un equipo, utensilio o equipo, difícil de acceder o que no tiene contacto directo con los alimentos.

Solución/ dilución (de limpieza) es una mezcla de dos o más componente (agua y químico), perfectamente homogénea ya que cada componente se mezcla íntimamente con el otro. Una solución que contiene agua como solvente se llama solución acuosa.

TENSOACTIVO moléculas de naturaleza anfipática, es decir, que su estructura posee una parte hidrofílica y una hidrófoba, esta característica permite que sea una sustancia capaz de unirse tanto a solventes polares como el agua, y a solventes orgánicos como hidrocarburos, aceites o grasas.

DI QUAT 5: es un efectivo desinfectante germicida, fungicida, que contiene sales de amonio cuaternario. Útil por su poder detergente en limpieza y sanitización de superficies o algún otro uso que se desee para producir un efecto antimicrobiano y de detergencia.

7. BIOSEGURIDAD

El personal que ejecute el presente procedimiento estará expuesto a los siguientes posibles riesgos:

Químico:

DI QUAT 5: Puede causar irritaciones en personas con piel sensible, pero por su carácter neutro no tiene contraindicación dérmica. No ingerir

Físico

-Accidentes percutáneos: debido a algunas partes de los equipos como las cuchillas del cutter o del molino.

8. RESPONSABILIDADES

La siguiente tabla, designa las personas responsables de cada una de las actividades involucradas en el presente procedimiento.

Actividad	Nombre de los responsables y cargo
Limpieza y desinfección de los equipos	Estudiantes que estén cursando la materia de Procesamiento de cárnicos

Supervisión y verificación de la limpieza y desinfección de los equipos	Profesor
---	----------

9. MATERIALES Y EQUIPOS

Guantes
 Mandil
 Cofia
 Cepillos
 Toallas de limpieza Spunlace
 Esponja
 Solución preparada de **DI QUAT 5**
 Solución preparada de **BIOTENSOACTIVO**

10. PROCEDIMIENTOS

10.1 PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DEL MOLINO

Responsables	Actividad
Estudiantes	<ol style="list-style-type: none"> 1. Disponer de los agentes de limpieza, utensilios de limpieza y EPP correspondiente al área. 2. Preparar la solución del tensoactivo respectivo para el molino. <i>Verificar procedimiento de preparación de soluciones de limpieza.</i> 3. Desarmar el equipo. Verificar el procedimiento de montaje y desmontaje del equipo. 4. Pre enjuagar el equipo con el uso de agua de manera que se remuevan todos los residuos de materia prima existente en el equipo. 5. Sumergir todas las piezas desmontables en la solución alcalina de limpieza durante 10 minutos y cepillarlas a fondo. 6. Retirar la solución detergente con agua limpia y ensamblar el equipo. <i>Verificar el procedimiento de montaje y desmontaje del equipo.</i> 7. Verificar visualmente que el equipo este totalmente limpio, especialmente las aberturas del dado o plato. 8. Retirar el exceso de agua y dejar secar al ambiente. 9. Aplicar la solución desinfectante. 10.No enjuagar
Frecuencia	Al concluir la práctica

--	--

10.2 PROCEDIMIENTO LA LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DEL CUTTER

Responsables	Actividad
Estudiantes	<ol style="list-style-type: none"> 1. Disponer de los agentes de limpieza, utensilios de limpieza y EPP correspondiente al área. 2. Preparar la solución del tensoactivo respectivo para el cutter. <i>Verificar procedimiento de preparación de soluciones de limpieza adjunto en el anexo.</i> 3. Desarmar el equipo. Verificar el procedimiento de montaje y desmontaje del equipo. 4. Pre enjuagar el equipo con el uso de agua de manera que se remuevan todos los residuos de materia prima existente en el equipo. 5. Aplicar la solución alcalina y limpiar con la ayuda de un trapo y cepillo húmedo. Dejar actuar durante 10 minutos 6. Retirar la solución detergente con agua limpia. 7. Retirar el exceso de agua y dejar secar al ambiente. 8. Verificar visualmente que el equipo este totalmente limpio, especialmente en el punto muerto ubicado en la parte central del plato. 9. Aplicar la solución desinfectante. 10.No enjuagar
Frecuencia	Al concluir la práctica

10.3 PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE LA EMBUTIDORA

Responsables	Actividad
Estudiantes	<ol style="list-style-type: none"> 1. Disponer de los agentes de limpieza, utensilios de limpieza y EPP correspondiente al área. 2. Preparar la solución del tensoactivo respectivo para la embutidora. <i>Verificar procedimiento de preparación de soluciones de limpieza adjunto en el anexo.</i> 3. Desarmar el equipo. Verificar el procedimiento de montaje y desmontaje del equipo. 4. Pre enjuagar el equipo con el uso de agua de manera que se remuevan todos los residuos de materia prima existente en el equipo. 5. Sumergir todas las piezas desmontables en la solución

	<p>alcalina de limpieza durante 10 minutos y cepillarlas a fondo.</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Retirar la solución detergente con agua limpia y ensamblar el equipo. <i>Verificar el procedimiento de montaje y desmontaje del equipo.</i> 7. Verificar visualmente que el equipo este totalmente limpio, especialmente los empaques y la boquilla. 8. Retirar el exceso de agua y dejar secar al ambiente. 9. Aplicar la solución desinfectante. 10.No enjuagar
Frecuencia	Al concluir la práctica.

10.4 PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE LA CORTADORA

Responsables	Actividad
Estudiantes	<ol style="list-style-type: none"> 1. Disponer de los agentes de limpieza, utensilios de limpieza y EPP correspondiente al área. 2. Preparar la solución del tensoactivo respectivo para la cortadora. <i>Verificar procedimiento de preparación de soluciones de limpieza adjunto en el anexo.</i> 3. Desarmar el equipo. Verificar el procedimiento de montaje y desmontaje del equipo. 4. Pre enjuagar el equipo con el uso de agua de manera que se remuevan todos los residuos de materia prima existente en el equipo. Ayúdese con una toalla de limpieza. 5. Presionar una esponja con solución neutra contra la superficie de la caja de la cuchilla y limpiarla lentamente desde el centro hacia fuera. Limpiar la parte trasera de la cuchilla y la superficie de deslizamiento de la misma forma y enjuagar. 6. Sumergir todas las piezas desmontables en la solución de detergente neutro durante 5 minutos y cepillarlas a fondo. 7. Retirar la solución detergente con agua limpia y ensamblar el equipo. <i>Verificar el procedimiento de montaje y desmontaje del equipo.</i> 8. Verificar visualmente que el equipo este totalmente limpio. 9. Retirar el exceso de agua y dejar secar al ambiente. 10. Aplicar la solución desinfectante. 11.No enjuagar

Supervisor / Profesor encargado del laboratorio	Al concluir la práctica
--	-------------------------

10.5 PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE LOS UTENSILIOS

Responsables	Actividad
Estudiantes	<ol style="list-style-type: none"> 1. Disponer de los agentes de limpieza, utensilios de limpieza y EPP correspondiente al área. 2. Preparar la solución del tensoactivo respectivo. <i>Verificar instructivo de preparación de soluciones de limpieza adjunto en el anexo.</i> 3. Remover residuos de materia prima existente en los utensilios, mediante el enjuague con agua. 4. Lavar los utensilios con la solución del agente de limpieza, exponiéndolos a un tiempo de acción de 5 minutos tanto para la tabla de picar como para los cuchillos. 5. Enjuagar los utensilios 6. Retirar el exceso de agua y dejar secar al ambiente. 7. Aplicar desinfectante
Frecuencia	Al concluir la práctica

ANEXOS

INSTRUCTIVO PARA LA PREPARACION DE LA SOLUCION DE LIMPIEZA PARA EL MOLINO, CUTTER Y EMBUTIDORA.

Responsables	Actividad
Estudiantes	<ol style="list-style-type: none">1. Alistar el agente de limpieza, junto a los materiales de trabajo y EPP: BIOTENSOACTIVO 3%, guantes, balde plástico con medidor de agua, probeta de 500 ml, EPP correspondiente al área.2. Colocar 10 litros de agua en el balde plástico. Esta cantidad de agua servirá para la limpieza de los tres equipos.3. Colocarse los guantes para la preparación de la solución del ALKAFOAM-PLUS 3%.4. Medir 300 ml del agente de limpieza en la probeta y adicionarlo al balde de plástico con los 10 litros de agua.5. Homogenizar la solución manualmente (previamente colocados los guantes).6. Distribuir 4 litros de la solución preparada al 3% para la limpieza de la embutidora y 3 litros para el molino y cutter.

INSTRUCTIVO PARA LA PREPARACION DE LA SOLUCION DE LIMPIEZA DE LA CORTADORA Y UTENSILIOS

Responsables	Actividad
Estudiantes	<ol style="list-style-type: none">1. Alistar el agente de limpieza, junto a los materiales de trabajo y EPP: BIOTENSOACTIVO 3%, guantes, balde plástico con medidor de agua, probeta de 500 ml, EPP correspondiente al área.2. Colocar 3 litros de agua en el balde plástico. Esta cantidad de agua servirá para la limpieza de los tres equipos.3. Colocarse los guantes para la preparación de la solución del DETERGENTE NEUTRO 3%.4. Medir 90 ml del agente de limpieza en la probeta y adicionarlo al balde de plástico con los 3 litros de agua.5. Homogenizar la solución manualmente (previamente colocados los guantes).

	6. Coger 1 litro de la solución preparada al 3% para la limpieza de la cortadora y 2 litros para los utensilios.
--	--

INSTRUCTIVO PARA LA PREPARACION DE LA SOLUCION DE DESINFECCION PARA LOS EQUIPOS Y UTENSILIOS.

Responsables	Actividad
Estudiantes	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alistar el agente de desinfección, junto a los materiales de trabajo y EPP: DI QUAT 5 al 2%, guantes, aspersor manual de plástico con medidor de agua, probeta de 500 ml, EPP correspondiente al área. 2. Colocar 2 litros de agua en el aspersor de plástico. Esta cantidad de agua servirá para la desinfección de los equipos y utensilios. 3. Colocarse los guantes para la preparación de la solución del DI QUAT 5 al 2%. 4. Medir 40 ml DI QUAT 5 y adicionarlo al aspersor manual. 5. Cerrar el aspersor y agitarlo para homogenizar la solución. 6. Mediante la aspersión difundir en cada equipo y utensilio la solución del agente de desinfección hasta observar que las partes y superficies de los mismos estén totalmente cubiertas por la solución. 7. Cerrar el aspersor y agitarlo para homogenizar la solución. 8. Mediante la aspersión difundir en cada equipo y utensilio la solución del agente de desinfección hasta observar que las partes y superficies de los mismos estén totalmente cubiertas por la solución.

REGISTRO DIARIO DE CONTROL DE LIMPIEZA

	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL						
	FACULTAD DE INGENIERIA EN MECANICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCION INGENIERIA EN ALIMENTOS						
	REGISTRO DIARIO DE CONTROL DE SANEAMIENTO						
RESPONSABLE:	AREA: Línea de embutidos de la planta piloto de la ESPOL						
ÁREA DE SANEAMIENTO	FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:	OBSERVACIONES
CONDICIONES Y ASEO DE LAS SUPERFICIES EN CONTACTO CON LOS ALIMENTOS <ul style="list-style-type: none"> • Equipo limpió y desinfectado <ul style="list-style-type: none"> - Molino: (C/NC) - Cutter: (C/NC) - Embutidora: (C/NC) - Cortadora: (C/NC) - Tabla de picar: (C/NC) - Cuchillos: (C/NC) • Potencia del detergente <ul style="list-style-type: none"> Tipo de detergente: Concentración: <ul style="list-style-type: none"> - Molino: (%) - Cutter: (%) - Embutidora: (%) - Cortadora: (%) - Tabla de picar: (%) - Cuchillos: (%) • Guantes, mandiles y utensilios de limpieza En buen estado 							
EN CASO DE ENCONTRARSE SUCIEDAD EN LOS EQUIPOS Y UTENSILIOS, SE PROCEDERÁ A REALIZAR NUEVAMENTE LA LIMPIEZA.							