

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EVALUACIÓN DE PRODUCTOS ALCALINOS COMO MÉTODOS DE
LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN EN LA SALA DE PROCESAMIENTO
ULTERIOR EN UNA PLANTA DE CARNE.**

POR:

BESY YAMILETH SÁNCHEZ MARTÍNEZ

TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE, 2025

**EVALUACIÓN DE PRODUCTOS ALCALINOS COMO MÉTODOS DE
LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN EN LA SALA DE PROCESAMIENTO
ULTERIOR EN UNA PLANTA DE CARNE.**

POR:

BESY YAMILETH SANCHEZ MARTINEZ

KEYSI PATRICIA DÍAZ AGUILERA M. Sc.

Asesor principal

**TRABAJO DE TESIS PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL
DE AGRICULTURA COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DE
EL TÍTULO DE INGENIERO EN TECNOLOGÍA ALIMENTARIA**

CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE, 2025

ACTA DE SUSTENTACIÓN

DEDICATORIA

A DIOS por permitirme el don tanpreciado de la vida, por darme la sabiduría y entendimiento para seguir un mejor camino, quien ha sido mi guía, mi fuerza y refugio a lo largo de este proceso, por darme la fortaleza de hacerle frente a todas las dificultades que se han presentado sin perder las esperanzas ni desvanecer en el intento.

A MIS PADRES Gladys Sánchez, Romelia Martínez, Oscar Reyes, Gumersindo Sánchez, por su apoyo incondicional y ayudarme a alcanzar esta meta y compartir mis deseos de superación, han sido fundamentales en mi formación académica y personal. Son mi motor, quienes me impulsan a seguir luchando cada día, no existirá mejor herencia que la educación, porque el conocimiento es una riqueza que nadie puede arrebatar.

A MIS HERMANAS (OS) a todos que de alguna manera me han brindado de su ayuda, pero especialmente a mi hermana **Seydi Marisol**, quien ha sido mi alma gemela desde mi niñez con quien he compartido hasta mis tristezas y alegrías, por ser mi apoyo constante en este proceso de preparación profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco ante todo y en primer lugar a **DIOS**, por iluminar mi camino durante todo este proceso, por proveer en mí esa sabiduría y entendimiento para tomar las decisiones correctas y culminar con éxito esta carrera universitaria, todo esto no habría sido posible sin que nos haya mantenido con salud y vida.

A MIS PADRES: Gladys Sánchez, Romelia Martínez, Oscar Reyes, Gumersindo Sánchez, nada más que decirles gracias por este apoyo incondicional durante toda esta etapa de preparación profesional que me han brindado, quienes me han guiado para ser una persona llena de valores y virtudes, los que me han enseñado hacer cualquier actividad con esmero y amor, gracias por absolutamente todo.

A MIS ASESORES, Keysi Patricia Díaz, Alba Julia Muñoz y Nelys Ethelvina Herrera, a quienes agradezco por su orientación, dedicación y compromiso durante el desarrollo de este trabajo, su experiencia, paciencia y valiosos aportes fueron fundamentales para dar forma y dirección a esta investigación.

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA (UNAG): Por darme la oportunidad de formarme académicamente y profesionalmente, gracias por el acceso a conocimiento, los recursos, el espacio que hizo posible el desarrollo de esta investigación, esta institución ha sido pilar fundamental en mi crecimiento intelectual y personal y me enorgullece haber sido parte de ella, y al Laboratorio de Ciencias de la Carne, la disponibilidad de los operarios por brindarnos el espacio y tiempo para poder llevar a cabo con éxito este trabajo de investigación.

Agradezco de manera especial a la **EMPRESA PECUARIA HONDUREÑA** por brindarme el respaldo durante esta investigación, su apoyo no solo facilitó el acceso a los

recursos necesarios, si no que contribuyó al financiamiento de este trabajo, gracias por su confianza y por aportar al fortalecimiento de la formación académica y profesional.

CONTENIDO

	Pág.
ACTA DE SUSTENTACIÓN	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
CONTENIDO	iv
LISTA DE TABLAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1 General	2
2.2 Específicos	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.2 ¿Qué son las POES?	3
3.3 Las características de los POES son:	5
3.4 Indicadores en relación con los procesos	5
3.4.1 Medición de la concentración de cloro y nivel de pH en el agua de proceso:	6
3.4.2 Control de higiene personal y casilleros	6
3.4.3 Inspección preoperacional diaria de equipo y áreas de proceso	7
3.4.4 Medición de temperatura de salas de proceso cárnico	7
3.4.5 Procedimiento de limpieza operacional:	7

3.4.6	Procedimiento de limpieza y desinfección Post operacional:	8
3.5	Métodos de limpieza y desinfección	9
3.5.1	Interacción de pH de carne con método de limpieza alcalino	9
3.5.2	Limpieza y desinfección neutro alcalina	9
3.5.3	Limpieza y desinfección alcalina	12
3.6	Microorganismos de estudio	15
3.6.1	Biopelículas en la industria cárnica.	15
3.6.2	Composición de las biopelículas.	16
3.6.3	Origen de contaminación de <i>biofilms</i> .	16
3.6.4	Formación y riesgo de <i>biofilms</i> en carnes.	17
3.6.5	Resistencia de las <i>biofilms</i> a la desinfección	18
3.6.6	Bacterias productoras de <i>biopelículas</i>	18
3.6.7	<i>Escherichia Coli</i>	19
3.6.8	<i>Listeria Monocytogenes</i> .	20
3.6.9	Aerobios Mesófilos	20
IV.	MATERIALES Y MÉTODO	22
4.1	Ubicación del trabajo de investigación.	22
4.2	Materiales y equipos	22
4.3	Metodología	23
4.4	Fase I:	24
4.4.1	Revisión de los programas de prerrequisitos (BPM, POES)	24
4.5	Fase II:	26
4.5.1	Comparación de los métodos de limpieza y desinfección	26
4.5.2	Procedimiento de limpieza y desinfección neutro alcalina del LCC	27

4.5.3	Procedimiento del método alcalino.	29
4.5.4	Procedimiento y uso de luminómetro	30
4.6	Fase III	32
4.6.1	Análisis microbiológicos para determinar la eficacia de los productos.	32
4.6.2	Evaluación de variables de respuesta	33
4.6.3	Diseño experimental	34
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
5.1	Fase I: Revisión de los programas de prerequisites	35
5.2	Fase II Comparación de métodos de limpieza y desinfección neutro alcalino versus alcalino	38
5.2.2	Comparación de los métodos mediante análisis con Luminómetro	39
5.3	Fase III: Análisis Microbiológicos.	42
VI.	CONCLUSIONES	45
VII.	RECOMENDACIONES	46
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	47
ANEXOS		51

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Especies de bacterias formadoras de biopelículas	19
Tabla 2: Microorganismos de estudio	21
Tabla 3: Materiales y equipos.	23
Tabla 4: Programa de BPM del LCC	25
Tabla 5: Comparación de métodos de limpieza neutro alcalino y alcalino.	27
Tabla 6: Uso del Luminómetro	31
Tabla 7: Tratamientos y sus respectivas repeticiones	33
Tabla 8: Variables	33
Tabla 9: Indicadores de los programas de prerequisites	36
Tabla 10: Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES).	37
Tabla 11: Resultados de análisis de Luminómetro	40
Tabla 12: Recuento de <i>Listeria Monocytogenes</i>	42
Tabla 13: Recuento de <i>E. Coli</i>	42
Tabla 14: Recuento de Aerobios Mesófilos	43
Tabla 15: Medias de UFC por tratamientos de aerobios mesófilos	43
Tabla 16: Resumen comparativo de resultados microbiológicos entre tratamientos.	44

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Etapas de la formación de biopelículas	18
Figura 2: Fases del desarrollo de esta investigación	24
Figura 3: Resultado de análisis con luminómetro del método neutro alcalino y alcalino.	41
Figura 4: Medias de UFC de aerobios mesófilos por tratamiento	43

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1: Capacitación al personal	51
Anexo 2: Entrenamiento al personal con el nuevo método.	51
Anexo 3: Monitoreo de ATP con hisopado a través de luminómetro.	52
Anexo 4: Protocolo de limpieza y desinfección,	52
Anexo 5: Detección de biofilm.	52

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló con la finalidad de analizar y comprar dos métodos de limpieza y desinfección utilizados en la industria cárnica, específicamente en la sala de desposte y deshuese en el Laboratorio de Ciencias de la Carne (LCC) de la Universidad Nacional de Agricultura (UNAG). El objetivo fue determinar cuál de los dos métodos ofrece mejores resultados en la reducción de carga microbiana en las superficies muestreadas.

Se llevo a cabo en tres fases, en la primera fase se realizó revisión de los programas de prerrequisitos, BPM y POES implementados en el LCC, la segunda que consistió en la comparación de los dos métodos, clasificándolos como: T1 neutro-alcálico, basado en detergente neutro e hipoclorito de calcio y T2 método alcalino compuesto por el detergente Mida FOAM 174 UW y el desinfectante Mida SAN 327 BF, y la tercera fase que consistió en validar la eficacia mediante análisis microbiológicos en distintas superficies (mesas de acero inoxidable, cuchillos y tablas de durazán), determinando si hay presencia o ausencia de *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* y aerobios mesófilos.

Los datos obtenidos se analizaron mediante un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA), aplicando análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias por el método LSD con un nivel de significancia de 0.05, donde los resultados mostraron que ambos métodos permitieron reducción significativa de carga microbiana, sin embargo, el método alcalino presentó un desempeño superior, reflejando menores recuentos microbianos y valores más bajos en residuos orgánicos a través del uso de luminómetro.

En conclusión, el método con productos de base alcalina fortalece significativamente los procesos de saneamiento contribuyendo a mejorar la inocuidad en la industria cárnica.

Palabras clave: Inocuidad, *Biofilms*, pH, eficacia.

I. INTRODUCCIÓN

En la industria cárnica, la inocuidad e idoneidad de los alimentos es importante controlarla mediante un enfoque preventivo para garantizar que los alimentos se producen y se manejan en un ambiente que reduzca al mínimo presencia de contaminación (FDA 2023).

Este trabajo de investigación tuvo como propósito evaluar la eficiencia de dos métodos de limpieza y desinfección permitidos en la industria cárnica, la cual se desarrolló en tres fases, la primera fase consistió en la revisión de los programas de prerrequisitos considerando los estándares o parámetros establecidos en los marcos regulatorios como en RTCA 67.01.33:06 en la segunda etapa se llevó a cabo la comparación de los dos métodos de limpieza y desinfección neutro alcalino realizado en el LCC versus el método con productos de base alcalina que proporcione la empresa Pecuaria Hondureña, también es importante mencionar que en esta etapa se realizaron análisis con el luminómetro con el objetivo de verificar la eficacia de los procesos de limpieza y con ambos métodos realizados. Una vez finalizada esta fase, se llevó a cabo la tercera, que se realizó a través de una evaluación microbiológica como parte del proceso para validación y así conocer la eficacia de ambos métodos, teniendo como factor de estudio microorganismos como: *Listeria Monocytogenes*, *E. coli*, y Aerobios mesófilos, específicamente en las superficies de: mesas de acero inoxidable, tablas de durazan y cuchillos en sala de fabricación de cortes del LCC; es importante mencionar que también en esta fase, después de finalizar la limpieza y desinfección se realizó un test rápido de detección de *biofilms* en superficies de mesas de acero inoxidable, y cuchillos.

II. OBJETIVOS

2.1 General

Evaluar productos alcalinos como métodos de limpieza y desinfección en sala de procesamiento ulterior en el Laboratorio de Ciencia de la Carne (LCC) en la Universidad Nacional de Agricultura (UNAG).

2.2 Específicos

- Revisar y verificar los programas de prerequisites BPM y POES, que mantiene el establecimiento, considerando lo que indican los entes reguladores y normativas vigentes.
- Comparar método de limpieza y desinfección realizado por el establecimiento versus un método de limpieza y desinfección alcalina.
- Validar de la eficacia de los métodos de limpieza y desinfección mediante pruebas microbiológicas y monitoreo de ATP con luminómetro.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

III.1 Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)

Las Buenas Prácticas de Manufactura son conjunto de actividades que se deben implementar y realizar en una planta de procesamiento de alimentos, para mantener un lugar óptimo y seguro para fabricación de productos de origen cárnicos. Son disposiciones que se deben cumplir desde la recepción de la materia prima, el procesamiento hasta la obtención de un producto terminado y en todos los establecimientos de alimentos procesados y semiprocesados que requieran de almacén y distribución, todas las prácticas referentes a las condiciones y medidas necesarias para garantizar la inocuidad y la aptitud de los alimentos en todas las etapas de la cadena alimentaria (RTCA-67.06.5509 2023).

En el procesamiento de los alimentos se distinguen las buenas prácticas de manufactura, o también conocidas como Buenas Prácticas de Fabricación, (BPF). Son un conjunto de medidas higiénicas básicas que se distinguen a las industrias de alimentos, por involucrar la salud del consumidor. Los alimentos procesados forman parte de los peligros procedentes de la producción primaria, otros relacionados con la manipulación y el proceso, una fortaleza de un buen reglamento de BPM en su universalidad para la mayor cantidad de industrias (OIRSA 2018).

3.2 ¿Qué son las POES?

Son instrucciones escritas que tienen por objetivo establecer los pasos a seguir para prevenir la contaminación biológica, química o física de los alimentos, se deben considerar aspectos importantes en cuanto a ello se refiere a la definición de cuáles son los procedimientos que se deben elaborar (CXC 2005).

En cuanto a la higiene personal los manipuladores de alimentos tienen un papel fundamental en la inocuidad de los alimentos. Entre los aspectos importantes de las prácticas e higiene del personal que influyen son:

- Estado de salud de los manipuladores.
- Hábitos de higiene y comportamiento personal.
- Uniforme de trabajo, apropiado a la actividad desarrollada.
- Capacitación.

Según OIRSA (2016) para la implementación de los POES se deben considerar los siguientes aspectos:

1. Los POES deben ser desarrollados implementados en los establecimientos para prevenir la contaminación de los productos.
2. Considerar tanto los POES preoperativos como los Operativos.
3. Deben mantenerse por escrito y a disposición de la AC.
4. Es responsabilidad de la empresa implementar las operaciones de la manera descrita en los POES.
5. Llevar a cabo verificaciones periódicas de las operaciones de limpieza y desinfección y cuando sea necesario, realizar análisis microbiológico de las superficies que estén en contacto directo con el producto.
6. El personal encargado de la implementación de los POES debe recibir una adecuada capacitación de su objetivo, importancia y actividades.
7. Designar a un responsable de monitorear el cumplimiento de los POES.

8. La empresa debe mantener registros que documenten la implementación y monitoreo de los POES y de cualquier acción correctiva que sea tomada cuando sea identificada alguna desviación.
9. Cuando la AC o la empresa determinen que algún POES ha fallado en prevenir la contaminación directa o indirecta del producto procesado, el personal responsable de los procedimientos debe tomar acciones correctivas que incluyan: la retención del producto involucrado, restablecer las condiciones de higiene y desear las medidas que eviten una reincidencia.
10. La empresa debe revisar el cumplimiento y apego a los procedimientos escritos (POES) por parte del personal operativo, por lo que este punto debe ser incluido dentro de su programa de auditorías internas. En caso de identificar no conformidades se deben tomar de inmediato acciones correctivas.
11. Cada vez que el establecimiento realice ampliaciones, cambios en el proceso, adquisición de equipos, cambio de personal, etc., los POES deben someterse a una revisión exhaustiva y deben ser actualizados para asegurarse que estos continúen cumpliendo con su objetivo.

3.3 Las características de los POES son:

1. La elaboración por el establecimiento de un programa escrito relativo a los POES donde se describan los procedimientos correspondientes y la frecuencia de su aplicación.
2. La identificación del personal del establecimiento encargado de la aplicación y el seguimiento de los POES.
3. La documentación del seguimiento y cualquier medida correctiva y/o preventiva adoptada, que se pondrá a disposición de la autoridad competente con fines de verificación.
4. Medidas correctivas, incluida la forma adecuada de disponer del producto
5. Evaluaciones periódicas de la eficacia del sistema por el operador del establecimiento.

3.4 Indicadores en relación con los procesos

El monitoreo constante de los indicadores como la calidad del agua, la higiene personal y controles pre-operacionales, operacionales, control de temperatura, y post-operacional es fundamental para garantizar la inocuidad y calidad de los productos cárnicos.

3.4.1 Medición de la concentración de cloro y nivel de pH en el agua de proceso:

El acuerdo No.084 de julio en (1995) de la norma de la calidad del agua establece requisitos básicos los cuales se deben corresponder a la calidad del agua suministrada en los servicios para consumo humano y para todo uso doméstico independientemente el estado en que se encuentre, su origen o grado de tratamiento, considerando que esta norma establece etapas para el Control de la Calidad del Agua donde la primer etapa corresponde a los programas de análisis básicos, que son más fácil de ejecutar con ayuda de laboratorio autorizado para realizar ese tipo de análisis, los parámetros de control en esta etapa son: Coliforme Total o Coliforme Fecal, olor, sabor, color, turbiedad, temperatura, concentración de iones de hidrógeno, conductividad, y cloro residual.

3.4.2 Control de higiene personal y casilleros

Los establecimientos de matanza, corte y deshuese deben contar con estrictas medidas de bioseguridad para evitar que el personal introduzca agentes contaminantes al área de proceso, todos los procedimientos de higiene deben estar por escrito y se colocaran carteles indicando a los trabajadores los pasos a seguir para un correcto lavado de manos antes de manipular productos (OIRSA 2016).

Todo personal que se presente a la manipulación de alimentos debe cumplir con diversos aspectos, por ejemplo: sus uñas cortas, limpias sin esmalte cabello recogido en caso de mujeres y con cubre cabeza, sin accesorios ni maquillaje, debe portar toda su indumentaria completa de acuerdo con el proceso esto para evitar posibles contaminaciones cruzadas con los productos de proceso (FAO 2023).

3.4.3 Inspección preoperacional diaria de equipo y áreas de proceso

Según el FSIS (2020) el saneamiento preoperacional, en cuanto a la limpieza de todos los equipos e instalaciones: el objetivo es verificar que todos los equipos están desmontados y limpios antes de iniciar la producción mediante el siguiente procedimiento:

- Enjuague de todas las superficies, equipos u utensilios utilizados para el proceso.
- Preparación de la solución de detergente
- Aplicación del detergente mediante la acción mecánica con ayuda de pastes y cepillos.
- Enjuagar para remover todos los restos de detergentes en las superficies.
- Los equipos se vuelven a ensamblar y se agrega engranaste de uso alimentario.
- Preparación de la solución para desinfección de utensilios

3.4.4 Medición de temperatura de salas de proceso cárnico

En el Acuerdo No.078-00 del SENASA (2000) ha establecido que las cámaras frigoríficas, las paredes del interior deben estar cubiertas con materiales de fácil limpieza, por ejemplo, lisos, impermeables, resistentes a la corrosión y de colores claros y todos los ángulos deben de ser redondeados.

La capacidad frigorífica de las cámaras de congelación destinadas a las reses y ganado debe ser tal que las carnes introducidas en las mismas con una temperatura máxima de -3°C bajo 0, en un tiempo no mayor de 48 horas para carne con hueso. Durante la labor deben mantener a una temperatura ambiente no superior a 10°C mientras que la temperatura de la carne refrigerada no debe de superar los 7°C .

3.4.5 Procedimiento de limpieza operacional:

Mediante el Acuerdo No.078-00 del (2000) establece que, para lograr mantener un ambiente limpio y sanitario durante las jornadas de producción, para evitar contaminación cruzada o directa del producto, debe cumplir con las normas sanitarias establecidas.

- Durante la labor deben mantener una temperatura ambiente no superior de 10°C .
- No se permitirá la acumulación de huesos, lo que deben de ser retirados en forma continua durante las actividades.
- No se permite arrojar o depositar desperdicios o huesos en el piso, su movilización se realizará en bandejas, carros o recipientes designados a tal finalidad.

3.4.6 Procedimiento de limpieza y desinfección Post operacional:

Para la FSIS (2020) los procedimientos de limpieza y desinfección deben seguir una secuencia lógica para maximizar de efectividad y asegurar la inocuidad:

- Eliminación de residuos grandes (limpieza en seco): consiste en remover manualmente o con herramientas, las partículas de alimento y suciedades más grandes de las superficies.
- Enjuague inicial: un enjuague rápido con agua es necesario para eliminar los residuos sueltos que no fueron retirados en la limpieza en seco.

- Aplicación de detergente: se aplica una solución del detergente para despegar la capa de suciedad y bacterias, con ayuda mecánica usando cepillos y pastes.
- Enjuague: remover el detergente con agua para eliminar toda la suciedad orgánica removida y los restos de detergente.
- Desinfección: es vital seguir las recomendaciones del fabricante, siempre respetando las concentraciones y tiempos de contacto para asegurar la eliminación de microorganismos.
- Enjuague final: se realiza enjuague para eliminar cualquier residuo del producto utilizado.

3.5 Métodos de limpieza y desinfección

3.5.1 Interacción de pH de carne con método de limpieza alcalino

Cuando las sustancias de base alcalina entran en contacto con residuos orgánicos de naturaleza ácida como las carnes, proteínas y grasas, se produce lo que se llama neutralización y saponificación de las grasas, facilitando la eliminación de materia orgánica adherida a superficies, y desestabilizando las membranas celulares de los microorganismos y desnaturaliza las proteínas bacterianas reduciendo de manera significativa la carga microbiana presente en las áreas de procesos.

Es fundamental no generar contacto directo de los agentes alcalinos y la carne, debido a que el pH elevado podría alterar las propiedades fisicoquímicas del producto, como el color, la textura y afectando su retención de agua, por lo tanto, los procesos de limpieza y desinfección deben de aplicarse únicamente en superficies y equipos, asegurando enjuague adecuado para mantener un ambiente seguro e inocuo.

3.5.2 Limpieza y desinfección neutro alcalina

El pH

El pH es un parámetro de vital importancia en la industria, por que juega un papel fundamental en diversos procesos de producción, comprender sus fundamentos y aplicaciones resulta crucial para garantizar la eficacia y calidad de los productos. El pH es una medida de acidez o alcalinidad de una solución que va desde 0 muy acida hasta 14 siendo alcalino, un pH neutro se sitúa en 7 indicando un equilibrio entre la acidez y alcalinidad, el valor del pH tendrá impacto en la estructura molecular de los compuestos químicos, afectando las propiedades físicas y químicas (Byron Vargas 2023).

En reglamento de la ((CE) N° 583/2004 2004) establece que las instalaciones de la industria cárnica son un espacio muy exigente en cuanto al nivel de limpieza y desinfección necesarios para prevenir las posibles transmisiones de enfermedades de la carne al ser humano y viceversa, tanto en los procesos de tratamiento de la carne fresca como en la industria transformadora de derivados cárnicos es necesario adoptar toda una serie de normas para la prevención de contaminación con gérmenes patógenos y microorganismos, teniendo en cuenta que las condiciones desfavorables ayudan a la proliferación de microorganismos.

Hipoclorito de Calcio

También llamado “cal clorada” es un compuesto químico cuya fórmula es $\text{Ca}(\text{ClO})_2$, es ampliamente utilizado en tratamiento de aguas por su alta eficacia contra bacterias, algas, moho, hongos y microorganismos peligrosos para la salud humana. Su apariencia es granulosa de color blanco o beige, en soluciones acuosa desprende un olor similar al del hipoclorito sódico, el peso molecular del calcio es de 142.98 g/mol.

Este insumo suele utilizarse como una alternativa al gas cloro y al hipoclorito de sodios tiene ventajas que contiene mayor cantidad de cloro a un porcentaje de 65-70% que

equivale a (650,000-700,000 ppm) haciéndolo un producto con más nivel de efectividad, es notable que es un compuesto más estable y fácil de manejar que el hipoclorito de sodio líquido, y puede ser utilizado en la desinfección y saneamiento en pisos, en la industria alimentaria, utensilios u otros tipo de equipos que requiera de eliminación de bacterias, hongos o cualquier microorganismo que sea perjudicial para la salud humana.(OIRSA 2020).

El cloro compone el grupo más grande de agentes desinfectantes usados en establecimientos de procesamiento de alimentos, siendo un grupo más común actúan a temperatura ambiente y sus costos son bajos, utilizando hipoclorito de sodio como desinfectante a 200 ppm durante 20 minutos, las regulaciones federales permiten el uso de soluciones desinfectantes que contengan hipoclorito de calcio en equipos de procesamiento de alimentos y en artículos que tengan contacto con alimentos con las siguientes previsiones: El equipo o los artículos desinfectados con esta solución se deben drenar adecuadamente antes de estar en contacto con los alimentos, las soluciones utilizadas para desinfectar el equipo no deben exceder las 200 partes por millón (ppm) de cloro disponible (OIRSA 2020).

Como se utiliza el Hipoclorito de calcio

Según (OIRSA 2020) para determinar la concentración de hipoclorito de calcio que se desea al momento preparar una solución se debe:

- Conocer el uso de la solución.
- El volumen de agua que se va a usar para la dilución en litros.
- Elegir el desinfectante (hipoclorito de calcio).
- Considerar las recomendaciones de fabricante y que precauciones se deben tomar para su uso.
- Conocer la concentración que se desea en la solución, puede ser en % o ppm.

Detergente neutro sin aroma

En la industria alimentaria es impredecible implementar procesos de producción higiénica, para lograr estos estándares de calidad exigente, la higiene alimentaria denomina en la medidas y condiciones necesarias para controlar los peligrosos y garantizar la aptitud para el consumo humano de un producto alimenticio teniendo en cuenta la utilización prevista de dicho producto((CE) N° 583/ 2004).

Los detergentes enzimáticos presentan una combinación de enzimas que descomponen la matriz EPS de los *biofilms*, actuando sobre proteínas, lípidos y azúcares, los principales componentes del EPS, descompones la matriz de EPS significa eliminar la capa protectora de los *biofilms* y exponer los microorganismos de su interior al ambiente exterior (Christeyns 2024). Los detergentes enzimáticos utilizados en la industria alimentaria son detergentes neutros, los cuales no dañan las superficies y son más seguros para los operarios, también son biodegradables y no dejan residuos (Basic Farm 2020).

3.5.3 Limpieza y desinfección alcalina

Detergente alcalino

Son mezclas químicas específicamente formuladas que consisten en sales alcalinas, agentes humectantes y agentes secuestrantes(quelantes). Deben su capacidad de limpieza al desplazamiento de contaminantes por materiales tensoactivos y reforzantes alcalinos, su formulación permite la desintegración de grasas, aceites y otros depósitos a base de proteínas, soda cáustica (NaOH), potasa cáustica (KOH), fosfatos, silicatos y carbonatos. Estos químicos proporcionan la alcalinidad del limpiador. Los productos de alta alcalinidad

saponifican grasas y aceites vegetales en jabones solubles. Estas sales alcalinas también neutralizan los contaminantes ácidos y ayudan a dispersar los aceites (Basic Farm 2020).

Mida FOAM 174 UW (Detergente espumante de baja alcalinidad)

Es un detergente líquido espumante de baja alcalinidad y con gran poder desengrasante. Su composición, basada en tensioactivos no iónicos, disolventes orgánicos y secuestrantes, permite un gran poder de limpieza frente a residuos orgánicos y grasas y aceites minerales en entornos de producción de alimentos y bebidas.

Este producto se ha comercializado anteriormente con el nombre Ultra VF7, sin cambios en su composición o propiedades.

Los tensoactivos no iónicos son un grupo de carga negativa por esta razón los tensoactivos no iónicos no producen iones cuando se presentan en soluciones acuosas, una serie de particularidades no iónicos son altamente compatibles con otros tipos de surfactantes y con aguas duras, reconocido por su alto poder detergente, emulsionante y humectante y la mayoría suelen formar poca espuma. Además, por su capacidad de compatibilidad con el hipoclorito de sodio y crean un efecto anticorrosivo por lo que son ideales para productos de limpieza industrial y son valorados por su alta capacidad de biodegradabilidad (ZS España 2021).

Modo de uso:

Mida FOAM 174 UW se utiliza diluido en agua a concentraciones entre 1 y 3% (p/p) y temperaturas entre 20 °C y 50 °C, en función de los niveles de contaminación presentes. Las condiciones de uso indicadas son recomendaciones generales y deben adaptarse a las necesidades particulares de cada aplicación.

Compatibilidad con materiales: Mida FOAM 174 UW, cuando se aplica según las instrucciones de uso, es compatible con materiales comúnmente empleados en la industria alimentaria, incluyendo materiales sensibles como aluminio, hierro galvanizado o

superficies plásticas. En caso de duda, se recomienda realizar una prueba de compatibilidad con una muestra del material (Christeyns 2024).

Mida SAN 327 BF (Desinfectante espumante antibiofilms)

Este producto fue elaborado con el propósito de realizar la eliminación de *biofilms* mediante la provocación de un desprendimiento y eliminación de los microorganismos presentes, gracias a su efectividad biocida, este producto es adecuado para realizar desinfección en superficies en el ámbito de la industria alimentaria y ganadera.

Este desinfectante contiene componentes biocidas, tensioactivos catiónicos y agentes secuestrantes y oxidantes, su aspecto es un líquido transparente con un color ligeramente amarillo tiene un pH de 8 y una densidad de 1.07 g/ml.

Los tensioactivos catiónicos actúan de dos mecanismos de acción primero pueden descomponer las membranas lipídicas es decir la grasa de los microorganismos, provocando la muerte y eliminación en las superficies, además, pueden alterar la tensión superficial de los líquidos, lo que facilita la dispersión y la mezcla de ingredientes. Esta propiedad es valiosa en los productos de limpieza, ya que les ayuda a penetrar más profundamente en las superficies y permitir una mejor limpieza (Vcycletech 2023).

Modo de uso

Mida SAN 327 BF se aplica en forma de espuma a concentraciones de 3% y 5% (p/p) con tiempo de contacto de 10 minutos, en caso de ser contaminaciones más fuertes aplicar concentraciones más altas y tiempos más amplios, después de su aplicación debe aclarar con agua las superficies que estén en contacto directo con los alimentos, después de su aplicación asegurarnos que no quede ningún residuo de producto o partículas de suciedad, es compatible con superficies de acero inoxidable en condiciones habituales de uso, no

contiene cloro por lo tanto no existe riesgos de producción de compuestos orgánicos halogenados, cumple con el reglamento (CE) 648/2004 en relación con la biodegradabilidad de los tensoactivos.

Seguridad y recomendación

Es un desinfectante clasificado y etiquetado como peligroso según lo establece el Reglamento 1272/2008 y no se debe mezclar con productos aniónicos o cualquier otra sustancia, se debe almacenar en su envase original completamente cerrado a temperaturas de 5 y 35 °C evitar las fugas y la exposición a luz solar, si se almacena según las recomendaciones del fabricante tiene una vida útil de 18 meses.

Su eficacia como biocida está inscrito como desinfectante autorizado para la aplicación en quipos y superficies con el No. 19-20/40/90-06532-HA en usos de industria alimentaria.

TBF 300 (Test de detección de *biofilms*)

Es un test rápido para la detección de *biofilms* microbianos sobre superficies, este producto ha sido desarrollado para la identificación selectiva de *biofilms* de una forma sencilla y rápida, y es el resultado de varios años de investigación en colaboración con la Universidad Complutense de Madrid, el producto contiene agentes de tinción que se unen de forma específica a componentes de la matriz de los *biofilms*, permitiendo una identificación visual rápida de lugares en los que permanecen tras las operaciones de limpieza y desinfección.

Modo de uso

Se utiliza para la comparación de la presencia de *biofilms* en superficies tras las operaciones de limpieza y desinfección mediante su aplicación en distintos puntos de muestro.

- Utilizar guantes durante su aplicación para evitar manchas en la piel que puede ser difíciles de eliminar.
- Seleccionar la superficie de interés y aplique la espuma TBF® 300 sobre un área aproximada de 10 cm cuadrados.

- Dejar un tiempo de contacto de 5 minutos.
- Aclarar con agua de ensayo para eliminar la espuma.
- Compruebe si, después del aclarado, permanecen restos de coloración fucsia sobre la superficie.

La permanencia de restos del colorante indica la presencia de *biofilm* en el área de ensayo, en ese caso se recomienda proceder a una limpieza y desinfección de la superficie utilizando productos específicos para la eliminación de *biofilms*.

3.6 Microorganismos de estudio

3.6.1 Biopelículas en la industria cárnica.

La colonización de *biofilms* en la industria alimentaria representa un peligro potencial, las verdaderas biopelículas no incluyen solo bacterias adherentes sino también una matriz extracelular producida por las bacterias compuesta de polisacáridos, los que ayudan a atrapar los nutrientes y brindan la protección física de los microorganismos adherentes una vez que se forma la biopelícula (Hood y Zottola 1997).

El crecimiento de *biofilms* en las superficies y equipos que se necesitan para el procesamiento de productos para el consumo humano, contribuye a la contaminación cruzada, deterioro de la vida útil de los productos procesados y efectos en la salud pública, la biopelículas presentes como microorganismos que debido a su sobrevivencia en las superficies aporta por tomar nuevas alternativas para los procesos de limpieza y desinfección de la industria alimentaria, para evitar la formación de la biopelículas y eliminarlas de las etapas de unión reversible e irreversible se requiere uso de desinfectantes fuertes para eliminar la unión bacteriana (Carrascosa et al. 2021).

En la industria alimentaria, cada vez más se usan detergentes enzimáticos para la eliminación de *biofilms*. Estos detergentes contienen diferentes mezclas de enzimas (proteasas y amilasas, entre otras) que permiten degradar específicamente la matriz de

polisacáridos del *biofilms* y dejan las bacterias desprotegidas. Así, permiten que puedan eliminarse por la acción posterior de un desinfectante (Irene Ylla Monfort. 2024).

3.6.2 Composición de las biopelículas.

Una biopelícula esta compuestas por un 90% de agua y un 10% de material microbiano, dentro de la biopelícula los polisacáridos que construyen alrededor del 50%-90% del componente orgánico y forman una matriz, donde se crea una estructura similar a una malla con los entrelaces de los polisacáridos a través de enlace intermoleculares, los grupos de hidroxilo de los polisacáridos aumentan la resistencia (Alsuwat et al. 2025).

3.6.3 Origen de contaminación de *biofilms*.

En la industria cárnica se considera que los patógenos presentes en la piel de los animales son la principal fuente de contaminación durante el sacrificio y procesado, sin embargo se presentan pruebas que, las biopelículas bacterianas en las instalaciones de la industria también presentan una fuente a la contaminación de productos cárnicos, considerando los principales patógenos en la industria cárnica como ser (*Escherichia coli*, *Salmonella*, *Staphylococcus Aureus* y *Listeria Monocytogenes*) (Bonneville et al. 2020).

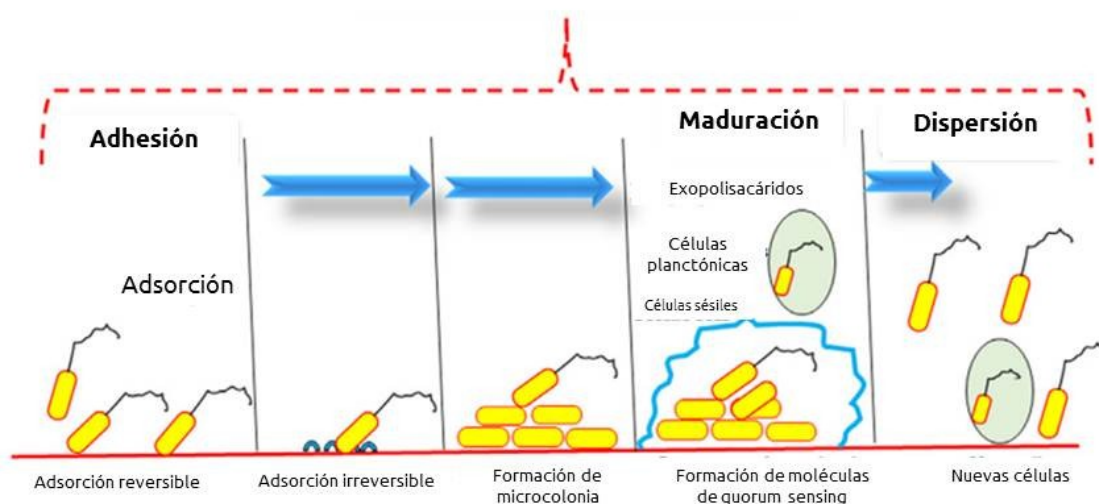
3.6.4 Formación y riesgo de *biofilms* en carnes.

La formación de biopelículas bacteriana conformadas por una serie de etapas complejas, que incluye desde su etapa de la unión de bacterias, la adhesión irreversible, el desarrollo,

la maduración y la dispersión de biopelículas, en la primera etapa de adhieren a superficies que están en contacto directo con los alimentos ya sea de forma activa o pasiva, puedes desprenderse fácilmente y poder reanudar su estilo de formación (Oliulla et al. 2024).

La formación de biopelículas es un fenómeno natural que ocurre cuando la densidad de la población de células bacterianas alcanza un umbral determinado, lo que da lugar a la formación de múltiples micro colonias (Singh et al. 2021).

Figura SEQ Figura * ARABIC 1: Etapas de la formación de biopelículas



Fuente: (Sharma 2022)

La selección del material tiene una gran importancia para la industria alimentaria, las características como la rigurosidad de las superficies, la capacidad de limpieza y desinfección reflejada la capacidad de las células para la formación de las biopelículas, los materiales que son utilizados comúnmente en la industria alimentarias son; el poliestireno, el caucho, vidrio y el acero inoxidable (Elafify et al. 2024).

3.6.5 Resistencia de las *biofilms* a la desinfección

La resistencia de las *biofilms* a los desinfectantes dependerá de los atributos de las biopelículas, como ser la matriz de las Sustancias Poliméricas Extracelulares (EPS), que pueden limitar la penetración de antimicrobianos, debido a múltiples capas adheridas a las células .(Bonneville et al. 2020).

La *L. Monocytogenes* al ser un microorganismo ubicuo es capaz de contaminar una amplia cantidad de alimentos y los *biofilms* formados sobre superficies alimentarias presentan una elevada persistencia a los tratamientos de higienización y desinfección tradicionales como ser el uso del Amonio Cuaternario e Hipoclorito de calcio, por este motivo este microorganismo sobrevive durante largos periodos de tiempo ya estando dentro de la industria alimentaria (Irene Ylla Monfort 2024).

3.6.6 Bacterias productoras de *biopelículas*

Estas presentan aproximadamente entre el 40% y el 80% de todas las especies bacterianas identificadas en la tierra y que puedes colonizar y formar biopelículas en superficies naturales como sintéticas, son preocupantes ya que son motivo de advertencia por la formación de biopelículas en instalaciones de procesamiento de alimentos, provocando deterioro de los alimentos e infecciones persistentes.

Tabla 1:Especies de bacterias formadoras de biopelículas

Especies bacterianas productoras de biopelículas asociadas a instalaciones de la industria Cárnica.
<i>Yersinia spp</i> <i>E. coli O157:H7</i> <i>Salmonella spp</i>

Typhimurium
L. monocytogenes
P. aeruginosa
Lactobacillus plantarum
P. protegens
E. Coli genérica
Klebsiella pneumoniae
Staphylococcus epidermidis,
Staphylococcus aureus
Streptococcus
P. aeruginosa,
Listeria spp

3.6.7 *Escherichia Coli*

E. coli, es indicador de contaminación de los alimentos con materia fecal por bacterias perjudiciales o patógenas (Rosado-Porto. 2021) debido a la presencia en el intestino la *E. Coli* se utiliza como un indicador principal para detectar y medir contaminación fecal en evaluación de agua y alimentos, construye alrededor del 1% de la población microbiana (FAO. 2021).

Los microorganismos que se adhieren a las superficies y forman colonias intrincadas y estructuradas conocidas como biopelículas están cubiertas por una matriz extracelular que se fabrican por sí mismos, el desarrollo de estas biopelículas aumenta en gran medida la persistencia de patógenos transmitidos como *E. Coli* en entornos de procesamiento de alimentos, resisten los desinfectantes y evaden las respuestas inmunitarias del huésped (Alsuwat et al. 2025).

3.6.8 *Listeria Monocytogenes*.

Es una bacteria que se desarrolla intracelularmente y es causante de listeriosis, un patógeno causante de una de las infecciones alimentarias más virulentas, con una tasa de mortalidad más alta que las restantes, *L. monocytogenes* es un bacilo Gram positivo, no ramificado y anaerobio facultativo capaz de proliferar en un amplio rango de temperatura (1.5°C a 45°C). Tiene flagelados peritricos gracias a los cuales presenta movilidad a 30°C o menos, pero son inmóviles a los 37°C en la cual los flagelados se inactivan (Brown et al. 2023).

La propagación en el medio ambiente es amplia esto debido a la capacidad de crecer en temperaturas de refrigeración y su capacidad de vivir durante periodo de tiempo prolongado en muchos medios diferentes sin formar esporas, su crecimiento se produce en temperatura cerca de 0 °C, pero su crecimiento es lento donde puede sobrevivir en alimentos congelados durante semanas, según la Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas en Alimentos (ICMSF) los valores del pH y la actividad de agua que limita el crecimiento de *Listeria monocytogenes* son los valores inferiores a 4.3 y superiores a 9.8 en el pH y en la actividad de agua próximos a 0.90 (Yangchen et al. 2025).

3.6.9 Aerobios Mesófilos

Son los microorganismos capaces de crecer en agar nutritivo, los aerobios mesófilos son un grupo de microorganismos capaces de desarrollarse en presencia de oxígeno a una temperatura de 20°C y 45°C y una temperatura optima de 30 °C y 40 °C en 24 a 48 horas y pueden ser destruidos con temperaturas de 70 °C a 75 °C, una población de aerobios totales no tiene correlación directa con la presencia de microorganismos patógenos, sin embargo, facilita una información sobre las condiciones higiénicas que se han tenido durante el proceso (Amazará-García y Quintero-Lidueñez. 2022).

Tabla 2:Microorganismos de estudio

Microorg anismo	Marco regulatorio	Límite permitido	Temperatura de crecimiento			Tiempo optimo (horas)
			Min.	Optima	Max.	
<i>E. Coli</i> <i>genérica</i>	CODEX ALIMENT ARIUS ISBN 978-92-5-30 5913-3	Ausencia / superficie muestreada >10 ufc/100 cm ²	7°C	37°C	50°C	18-24 h
<i>Listeria</i> <i>monocytog</i> <i>enes</i>	CODEX CAC/GL 61-2007	Ausencia / superficie muestreada	1°C	30-37°C	45°C	24-28 h
Aerobios Mesófilos	Decisión de la Comisión de 8/6/01, Diario Oficial de las Comunidad es Europeas (DOCE) 21/6/2001	Aceptable 0-10ufc/cm ² Inaceptable >10 ufc/cm ²	20° C	20-40°C	40°C	24-48 h

Fuente: Propia

IV. MATERIALES Y MÉTODO

4.1 Ubicación del trabajo de investigación.

Este estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Ciencias de la Carne (LCC) ubicado en la Universidad Nacional de Agricultura, Barrio El Espino Kilómetro 6 en carretera que conduce hacia Dulce Nombre de Culmí en Catacamas Olancho.

4.2 Materiales y equipos

Los insumos utilizados y parte de los costos de análisis microbiológicos han sido proporcionados por la empresa Pecuaria Hondureña S.A de C.V. ubicada en San Pedro Sula, que es especializada en la distribución de productos para la salud animal, bioseguridad y seguridad alimentaria, fue fundada en el año 2002.

El interés de esta investigación es conocer y comparar si existe reducción de microorganismos en los métodos de limpieza y desinfección utilizados en la sala de desposte y deshuese del establecimiento del LCC y el método de limpieza y desinfección que promueve la empresa Pecuaria Honduras.

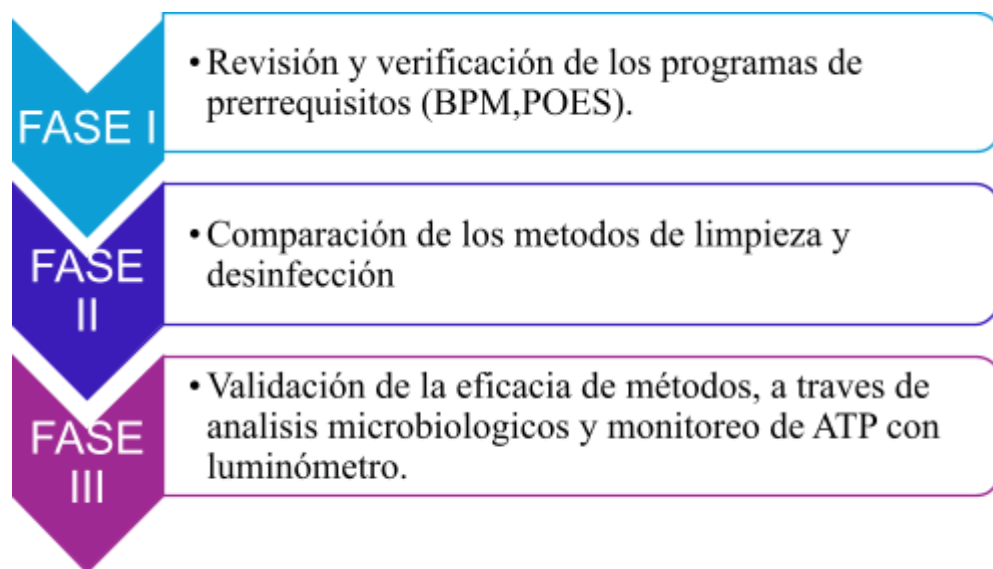
Tabla 3: Materiales y equipos.

Materiales y equipos para procesos	
Equipos de protección personal	Productos por utilizar
Uniforme	Mida FOAM 174 UW (Detergente)
Mandiles	Mida SAN 327 BF (Desinfectante)
Botas	TBF 300 (Test de detección de <i>biofilms</i>)
Redecillas	Hipoclorito de calcio
Mascarilla	Detergente neutro sin aroma
Guantes estériles	Probeta
Casco	Bomba espumadora
Gafas	Termómetro
	Cronómetro
	Luminómetro

4.3 Metodología

El desarrollo y estructura de este trabajo de investigación tiene un enfoque cualitativo y cuantitativo que está distribuido en tres fases sucesivas, garantizando su ejecución ordenada y coherente, cada fase consta con el cumplimiento de los objetivos establecidos con diferentes actividades, como se muestra en la figura 2.

Figura 2:Fases del desarrollo de esta investigación



4.4 Fase I:

4.4.1 Revisión de los programas de prerequisites (BPM, POES)

Se realizó revisión de los programas de prerequisites que se encuentran vigentes en el Laboratorio de Ciencias de la Carne que toman como referencia de los marcos regulatorios internacionales, como Codex Alimentarius, las buenas prácticas de higiene de la carne CXC 58-2005, Codex Principios Generales de Higiene, Manual de Buenas Prácticas para la Industria de la Carne de la FAO, Codex Alimentarius 2022, FDA, también se observó que mantienen referencias según las indicaciones de los entes centroamericanos, específicamente en el Reglamento Centroamericano de la Buenas Prácticas de Manufactura versión RTCA 67.01.33:06, Criterios Microbiológicos versión RTCA 67.04.50:08 y el manual de Buenas Prácticas de Manufactura en Carne de bovinos, porcinos y aves del Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA), y con el Reglamento de inspección de carnes y productos cárnicos a nivel nacional que se encuentra el Acuerdo 078-00 2000 de SENASA.

El LCC cuenta con su manual de buenas prácticas de manufactura que está integrado con los programas que se muestran en la tabla 9, sin embargo, para el desarrollo de esta investigación se consideraron los indicadores que tiene mayor relación con el proceso.

Tabla 4:Programa de BPM del LCC

Nº.	Programas de BPM del LCC	Relación con el proceso
1	Programa de control de calidad de agua	X
2	Programa de manejo y disposición de desechos sólidos.	
3	Programa de limpieza y desinfección.	X
4	Programa de limpieza preoperacional.	X
5	Programa de limpieza operacional.	X
6	Programa de control de manejo integral de plagas.	
7	Programa de control de higiene personal.	X
8	Programa de capacitación personal.	X
9	Programa de control y manejo de productos químicos.	
10	Programa de prerrequisitos quejas de clientes.	
11	Programa de prerrequisitos trazabilidad.	
12	Programa de retiro de producto.	
13	Procedimiento de almacenamiento y distribución.	
14	Programa de auto inspección de planta.	
15	Programa de mantenimiento de máquinas y equipo.	
16	Programa de control de proveedores.	
17	Programa de calibración de equipos e instrumentos.	

En esta misma etapa se brindó capacitación al personal, socializando los temas y procedimientos de los indicadores antes mencionados (higiene personal, preoperacional, operacional, pos operacional), seguidamente se socializó sobre el trabajo de investigación que se llevó a cabo en el establecimiento considerando que ellos forman parte del trabajo y tiene una relación directa con cada uno de los métodos de limpieza y desinfección que fueron factor de estudio de esta investigación.

En otra capacitación al personal se abordó el tema de POES, considerando que existe un inventario que conforma un plan maestro dónde instruye la frecuencia en la que se debe hacer la limpieza y desinfección para cada parte, objeto, equipo u utensilios que forman parte de la sala de desposte y deshuese. Los POES que fueron seleccionados para la capacitación fueron los de las mesas de acero inoxidable, las tablas de durazan, y cuchillos, cada uno de ellos conformados por una serie de pasos que deben desarrollarse en su respectivo orden y hacer uso correcto de las concentraciones de detergente y desinfectante, esto para tener un mejor control en una correcta limpieza y desinfección de estas superficies y utensilios ya que fueron los factores de estudio.

4.5 Fase II:

4.5.1 Comparación de los métodos de limpieza y desinfección

El desarrollo de este trabajo de investigación que consistió en comparar métodos de limpieza y desinfección permitidos en la industria cárnica, fue importante y necesario tener conocimiento en que rango de la escala del pH se ubican los insumos utilizados para realizar este procedimiento, que se manejan de acuerdo a los siguientes parámetros que se muestran en la tabla 5: dónde se llevó a cabo la comparación de productos utilizados en el establecimiento, siendo uno de ellos el método neutro alcalino en que se utilizó detergente el cual tiene un pH 7, desinfectante hipoclorito de calcio con pH 10.4 y el método alcalino con un detergente Mida FOAM 174 UW con pH 11.2, desinfectante Misa SAN 327 BF pH 8. La comparación permitió determinar la eficacia de ambos métodos de limpieza bajo las

mismas condiciones, utilizando un tiempo de contacto de 10 minutos. Sin embargo, hubo diferencias en la etapa de desinfección donde en método neutro alcalino no se realiza enjuague y en el alcalino se dejó actuar por 5 minutos y posteriormente se enjuague.

Tabla 5: Comparación de métodos de limpieza neutro alcalino y alcalino.

Nº	Rangos de pH	Escalas	Descripción	Marco regulatorio
1	1-6	Ácidos	Productos con propiedades desincrustantes, ideales para restos de óxidos y depósitos de minerales, por su composición de ácido oxálico, tensoactivos aniónicos y no iónicos	Reglamento (CE) N° 648/2004
2	7	Neutro	Sus usos pueden ser en general ya que son seguros y más suaves para la mayoría de las superficies.	Reglamento (CE) No 1272/2008
3	8- 14	Alcalinos	Los productos alcalinos actúan en la descomposición y degradación de residuos orgánicos, grasas y aceites minerales en entornos de producción de alimentos y bebidas esto debido a su composición de tensioactivos no iónicos, disolventes orgánicos y secuestrantes.	Reglamento (CE) N° 648/2004

Fuente: Propia

4.5.2 Procedimiento de limpieza y desinfección neutro alcalina del LCC

Para el desarrollo de esta etapa primero se inició con el entrenamiento al personal, contando con la colaboración de representante de la empresa Pecuaria Hondureña con el propósito de socializar el procedimiento y uso del método alcalino que se evaluó en esta investigación, para la actividad de la limpieza y desinfección en la sala de desposte y deshuese del establecimiento donde se realizó lo siguiente:

1. Preparación de la solución en una bomba espumadora con el producto Mida FOAM 174 como detergente espumante utilizando una concentración al 3% equivalente a 30 ml por 1 litro de agua.
2. Pre enjuague las superficies con agua a presión con manguera
3. Aplicar el producto dejándolo actuar por 5 minutos para proceder a realizar la acción mecánica con ayuda de cepillo y paste.
4. Enjuague con suficiente para desprender y eliminar todos los residuos del producto.
5. Desinfección utilizando el producto Mida SAN 327 BF en concentraciones del 3%, haciendo el mismo procedimiento de preparación de la solución del detergente y su aplicación en todas las superficies dejándolo actuar por 5 minutos, procediendo al enjuague.

Seguidamente del entrenamiento se procedió a la comparación de los métodos de limpieza y desinfección, una vez finalizadas las actividades la sala de desposte y deshuese, y verificando que el personal contara con el Equipo de Protección Personal (EPP) para poder iniciar el procedimiento de limpieza y desinfección neutro alcalino considerando el siguiente procedimiento:

1. Cada vez que se realizaba esta actividad se socializaba con el personal sobre los Procedimiento Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES) de: mesas de acero inoxidable, tablas de durazan y cuchillos.
2. Recolección de todos los sólidos orgánicos, huesos, carne y solidos plásticos.
3. Análisis de hisopado con luminómetro para medir nivel de limpieza inicial, en las mesas de acero inoxidable, las tablas de durazan, cuchillos, y manos de operarios.
4. Preparación de las soluciones para la limpieza con detergente neutro sin aroma utilizando 1% por 5 galones de agua.

5. Pre enjuague con suficiente agua de todas las superficies, paredes, pisos, equipos y utensilios.
6. Inicio de la acción mecánica que consiste en utilizar cepillos y pastes en las mesas, tablas u utensilios y paredes, pisos con ayuda de una escoba esto para desprender todos los residuos orgánicos que se encuentran adheridos a las superficies, dejando actuar por 5 minutos.
7. Enjuagar con suficiente agua hasta asegurar que no quedara ningún resto de detergente.
8. Revisión visual al finalizar la limpieza para corroborar y si es o no es necesario volver a repetir los pasos anteriores.
9. Para la desinfección se prepara la solución con hipoclorito de calcio a una concentración de 3% por 106 litros de agua.
10. Desinfectar todas las superficies de equipos, paredes, pisos y utensilios de la sala de desposte y deshuese asegurando una cobertura absoluta en las superficies.
11. Por último, después de hacer la limpieza y sanitización, se volvió hacer los análisis de hisopado con luminómetro para comparar el nivel de limpieza de antes y después.

4.5.3 Procedimiento del método alcalino.

Para la aplicación del nuevo método se inició con el entrenamiento del personal, se socializó el procedimiento para utilizar de una manera adecuada los insumos, también se les explicó que materiales son necesarios para su aplicación, en que superficies debe usarse, se les dio a conocer cuál es el mecanismo de acción de cada producto, cuanto tiempo se debe dejar actuar el producto en las superficies y de la misma manera de llevó a cabo el siguiente procedimiento:

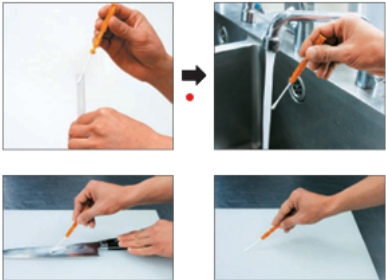
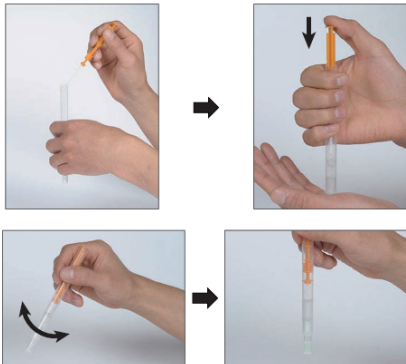
1. Recolección de todos los sólidos orgánicos, grasas, carne y sólidos plásticos.
2. Análisis con hisopado de luminómetro para medir nivel de limpieza en mesas, cuchillos, y manos de operarios.

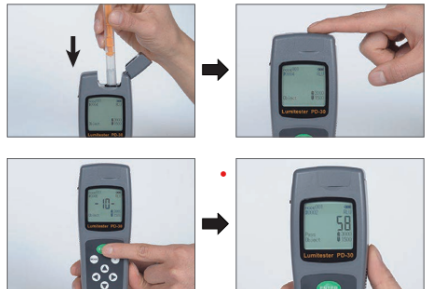
3. Preparar la solución con detergente Mida FOAM 174 a una concentración del 3% la cual equivale a 30 ml por litro de agua, en una bomba espumadora.
Pre-enjuague de todas las superficies, paredes, pisos, equipos y utensilios.
4. Aplicar la espuma asegurando que se cubran completamente todas las superficies, de metal, acero inoxidable, y plástico, dejándola actuar por 10 minutos.
5. Iniciar la acción mecánica con cepillo y paste para desprender los residuos orgánicos adheridos a las superficies.
6. Enjuague con suficiente agua asegurando que no quede restos de detergente.
7. Para la desinfección se prepara la solución con Mida SAN 327 BF un desinfectante contra los *biofilms* en una concentración al 3% que equivale a 30 ml por 1 litro de agua en una bomba espumadora.
8. Antes de aplicar el desinfectante antibiofilms se realiza pruebas de detección rápida de *biofilms* con un spray TBF 300, realizando una pulverización de espuma en superficies de interés para detectar presencia de *biofilms*, dejándola actuar por 5 minutos, seguidamente se enjuague la espuma y en caso de quedar restos de coloración fucsia en las superficies, esto nos indicaría presencia de *biofilms*.
9. Seguidamente del test de detección de *biofilms* aplicar la espuma desinfectante asegurando que se cubra completamente todas las superficies, de las salas de desposte y de deshuese, dejándola actuar por 5 minutos.
10. Enjuague con suficiente agua sin dejar restos de producto.
11. Al finalizar el procedimiento de limpieza y desinfección con el método alcalino se volvió a repetir los análisis con hisopado de luminómetro para comparar el nivel de limpieza de antes y después.

4.5.4 Procedimiento y uso de luminómetro

El Lumitester PD-30 está diseñado para el monitoreo de higiene de Kikkoman, antes de empezar a hacer las pruebas de hisopado los hisopos deben de estar al menos 30 minutos a temperatura ambiente, el Lumitester funciona con dos pilas alcalinas de tamaño AA o pilas híbridas de níquel de tamaño AA, en la tabla 6 se muestra su uso correcto.

Tabla 6:Uso del Luminómetro

Modo de uso	
Descripción	Ilustración
Para las pruebas se debe de sacar el aplicador de algodón del tubo principal y humedecer el extremo del aplicador con agua, y pasar el hisopo por el objeto.	 The illustration consists of four panels. The top-left panel shows a hand pulling the orange applicator tip out of a clear tube. The top-right panel shows the tip being held under a running faucet. The bottom-left panel shows the tip being used to swab a white surface. The bottom-right panel shows the tip being held over a white surface, ready for use.
Colocar el hisopo nuevamente en el tubo y luego colocarlo en el extremo del tubo presionar hacia abajo para romper la capsula en el tubo, Agitar rápidamente todo el tubo del LuciPac Pen/A3 de manera que todo el líquido quede	 The illustration consists of four panels. The top-left panel shows the applicator being inserted into the tube. The top-right panel shows the applicator being pushed down into the tube, with a downward arrow indicating the direction of pressure. The bottom-left panel shows the tube being shaken, with a curved arrow indicating the motion. The bottom-right panel shows the tube after shaking, with a green liquid visible inside.

en la capsula pase al tubo de reacción y disuelva el reactivo del tubo.	
Insertar todo el tubo del LuciPac Pen/A3 en la cámara de medición del Lumitester PD-30 y cerrar la cámara de medición. Pulsar el botón ENTER para iniciar la medición. El resultado de la medición aparecerá una vez finalizada la cuenta regresiva.	
Después de la medición, retirar el tubo LuciPac Pen/A3 de la cámara de medición.	

4.6 Fase III

4.6.1 Análisis microbiológicos para determinar la eficacia de los productos.

Esta etapa tuvo como propósito conocer la eficacia de los dos métodos de limpieza y desinfección a través de análisis microbiológicos teniendo como factor de estudio los microorganismos: *Listeria monocytogenes*, *E. coli*, y Aerobios mesófilos se desarrolló con el apoyo del laboratorio AGRINVET dónde se realizaron dos repeticiones por cada método, es decir se realizó un total de 4 muestreos microbiológicos (un muestreo por semana), utilizando un método en cada semana intercalando el neutro alcalino utilizado en el LCC y el alcalino, considerando lo siguiente:

- La recolección de muestras para *Listeria Monocytogenes* y *E. coli* se hizo con esponjas estériles con medio neutralizante.

- Y para las muestras de Aerobios mesófilos se hizo con Hisopos estériles para muestreo microbiológico.
- La delimitación para la toma de muestras fue de 10 cm²
- Las muestras fueron movilizadas al laboratorio antes de las 24 horas.

Tabla 7:Tratamientos y sus respectivas repeticiones

4.6.2 Evaluación de variables de respuesta

Las variables de respuesta fueron evaluadas con el fin de garantizar la precisión y minimizar el error sistemático en los resultados.

Tabla 8: Variables

VARIABLES					
Tratamiento 1 (Método neutro alcalino)	Superficies		Semana 1	Semana 2	
			Repetición 1	Repetición 2	
			Microorganismos	Microorganismos	
Detergente neutro. Hipoclorito de Calcio (Detergente)	Mesa		<i>E. Coli</i>	<i>E. Coli</i>	
			<i>Listeria Monocytogenes</i>	<i>Listeria Monocytogenes</i>	
			Aerobios Mesófilos	Aerobios Mesófilos	
	Cuchillos		<i>E. Coli</i>	<i>E. Coli</i>	
			<i>Listeria Monocytogenes</i>	<i>Listeria Monocytogenes</i>	
			Aerobios Mesófilos	Aerobios Mesófilos	
	Tablas		<i>E. Coli</i>	<i>E. Coli</i>	
			<i>Listeria Monocytogenes</i>	<i>Listeria Monocytogenes</i>	
			Aerobios Mesófilos	Aerobios Mesófilos	
Tratamiento 2 (Método alcalino)	Superficies		Semana 3	Semana 4	
			Repetición 1	Repetición 2	
			Microorganismos	Microorganismos	
Mida FOAM 174 UW (Detergente) Mida SAN 327 BF (Desinfectante)	Mesas		<i>E. Coli</i>	<i>E. Coli</i>	
			<i>Listeria Monocytogenes</i>	<i>Listeria Monocytogenes</i>	
			Aerobios Mesófilos	Aerobios Mesófilos	
	Cuchillos		<i>E. Coli</i>	<i>E. Coli</i>	
			<i>Listeria Monocytogenes</i>	<i>Listeria Monocytogenes</i>	
			Aerobios Mesófilos	Aerobios Mesófilos	
	Tablas		<i>E. Coli</i>	<i>E. Coli</i>	
			<i>Listeria Monocytogenes</i>	<i>Listeria Monocytogenes</i>	
			Aerobios Mesófilos	Aerobios Mesófilos	
INDEPENDIENTES					
T1 neutro alcalino		<i>E. coli</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	Aerobios mesófilos	
T2 alcalino		<i>E. coli</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	Aerobios mesófilos	

4.6.3 Diseño experimental

Se utilizo un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA) con el programa InfoStat para los análisis microbiológicos de Aerobios mesófilos con 2 repeticiones por cada tratamiento.

Para mejor interpretación de los resultados obtenidos en cada uno de los tratamientos se realizó un análisis de varianza (ANOVA) bajo una comparación de medias de LSD con un nivel de significancia de 0.05.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Fase I: Revisión de los programas de prerequisites

En esta etapa se realizó la revisión de los programas de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES), establecidos en el Laboratorio de Ciencias de la Carne, el objetivo de la revisión permitió conocer los lineamientos que se deben cumplir en base a normativa, y sirvieron como fundamento para evaluar los procedimientos establecidos.

Mediante esto se tomaron en consideración seis indicadores que tienen mayor relación directa con los procesos de la sala de desposte y deshuese como ser: Medición de la concentración de cloro y nivel de pH en el agua para el proceso, Control de Higiene Personal: (aseo general, indumentaria, sin accesorios, procedimiento de lavado de botas, mascarilla, uñas cortas, procedimiento de lavado de manos, mandil, redecilla o gorro, casilleros sin alimentos y ordenados), Inspección preoperacional diaria de equipo y áreas de proceso, Control de registro diario de limpieza operacional, y post operacional Medición de temperatura de salas de proceso y cuartos de mantenimiento.

De igual manera se brindó capacitación al personal como retroalimentación sobre el control de los indicadores mencionados anteriormente y que se muestran en la tabla 9.

Tabla 9: Indicadores de los programas de prerequisites

Indicadores para sala de desposte y deshuese

Nº	Indicador	Criterio/Parámetro
1	Medición de la concentración de cloro y nivel de pH en el agua de proceso: Antes de iniciar los procesos de producción se toma muestra de agua dejando que fluya el agua por al menos 5 segundos para analizar, se le agrega 5 gotas de cada reactivo a cada muestra y agitarla para observar su nivel de Cloro y PH, con una frecuencia de 2 veces al día.	Cloro/ PH Cloro: 0.5 – 1.5 pH: 7.2-7.5
2	Control de higiene personal y casilleros: los criterios a revisar en este control son: aseo personal, vestimenta adecuada, Indumentaria correcta (botas, mandil, mascarilla, redecilla y casco), uñas cortas, sin accesorios, sin barba, lavado de botas, lavado de manos,	Aceptable: A No Aceptable: N/A
3	Inspección preoperacional diaria de equipo y áreas de proceso: este procedimiento se realiza antes de iniciar con el proceso de producción con el propósito de limpiar y desinfectar herramienta, equipo, utensilios, superficies y todo lo que mantendrá contacto durante el proceso.	Aceptable: A No Aceptable: N/A
4	Medición de temperatura de salas de: Se tomó control de la temperatura de cada sala donde se está trabajando en conjunto, la sala de desposte y deshuese para verificar que este en <12°C para mantener la cadena de frio del producto que se está manipulando y evitar el deterioro del producto.	<12°C
5	Control de registro diario de limpieza operacional: se realizó monitoreo de limpieza durante el proceso de producción tanto en la sala de desposte como en sala de deshuese del establecimiento	Aceptable: A No Aceptable: N/A

Post operacional: monitoreo de limpieza y desinfección

- 6 de herramientas, equipos, utensilios, superficies y todo lo que mantuvo contacto durante el proceso. A/NA

Parte del cumplimiento de los programas de prerequisites, se revisaron Parte del cumplimiento de los programas de prerequisites, se revisaron detalladamente los Procedimientos Operativos estandarizados de Saneamiento (POES) de la sala de deshuese y desposte para conocer sus procedimientos, en este estudio se utilizaron los POES que corresponden a las mesas de acero inoxidable, tablas de durazán y cuchillos que se muestran en la tabla 10.

Tabla 10: Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES).

Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento en sala de Deshuese y Desposte		
N°	Equipos a limpiar	Procedimiento de limpieza y desinfección
1	Mesas de acero inoxidable	● Eliminar desperdicios sólidos existentes. ● Pre enjuague de la mesa. ● Enjabonar utilizando detergente y paste. ● Limpiar y restregar la mesa y patas utilizando paste y detergente. ● Enjuague de la mesa para remover el detergente. ● Inspección visual de la mesa, de quedar sucia corregir lavando nuevamente, siguiendo los pasos anteriores. ● Lavar y enjuagar el piso. ● Desinfectar el piso y la mesa utilizando la solución de cloro ● Eliminar agua residual.
2	Tablas de durazán	● Eliminar desperdicios sólidos existentes ● Pre enjuague de tabla

		● Enjabonar aplicando la solución de detergente, dejando un tiempo de contacto de 5 minutos ● Limpiar y restregar las tablas de durazan con cepillo. ● Enjuague con agua a presión hasta remover el detergente y la suciedad dirigiendo el chorro de agua de arriba hacia abajo.	5.2 Fase II
3	Cuchillos	● Eliminar desperdicios sólidos. ● Pre enjuagar con agua fría. ● Enjabonar el cuchillo, chairas, porta cuchillo y guante utilizando detergente. ● Limpiar y restregar el cuchillo utilizando paste. ● Enjuagar con agua hasta remover el detergente. ● Inspección visual, (si se presentan sucio, lavar nuevamente siguiendo los pasos anteriores.) ● Desinfectar el cuchillo hipoclorito de calcio. ● Eliminar agua residual.	

Comparación de métodos de limpieza y desinfección neutro alcalino versus alcalino

Es importante mencionar que para establecer un método de limpieza y desinfección eficaz en la industria cárnica, es necesario conocer y considerar el pH que posee la carne, mismo que conocemos que tiene un pH de 5.5-5.6 considerado normal y 5.8 un valor óptimo para mantener su estabilidad microbiológica y calidad sensorial y según el Codex Alimentarius (CXC 2005) y los lineamientos del Reglamento de Inspección de Carnes y Productos Cárnicos (Acuerdo-No.-078-00 2000) conservar la carne dentro de estos rangos inhibirá el desarrollo de microorganismos patógenos, por lo tanto, el pH de la carne se encuentra en la escala de los ácidos.

5.2.2 Comparación de los métodos mediante análisis con Luminómetro

En el monitoreo de ATP a través de hisopado con luminómetro en las superficies de: mesas de acero inoxidable, tablas de durazan, cuchillos y manos de operarios, se realizó con el propósito de comparar la eficiencia de los dos métodos, realizando la evaluación antes y después de aplicar cada uno de los métodos de limpieza. Los resultados que se muestran en la tabla 11 representa los datos obtenidos en la aplicación en cada uno de los tratamientos y sus respectivas repeticiones realizando la aplicación de un tratamiento por semana intercalando semana1-T1 R1, semana2 -T2R1, semana3 T1R2, semana4 T2R2.

En ambos tratamientos se evidencia reducción significativa de Unidades Relativas de Luz (URL) después de cada procedimiento de limpieza y desinfección, en la semana 1 y 2, a diferencia que en la semana 3 y 4 solo se realizó después de cada procedimiento, esto debido a que no se contaba con la cantidad requerida de hisopos para análisis de antes y después de las 4 semanas, los análisis pueden verse afectados por diversos factores, por ejemplo; el material de las superficies, como las tablas de durazan que, debido a su porosidad, desgaste y microfisuras, permite retener, mayor cantidad de materia orgánica.

El acero inoxidable es resistente a la corrosión, sin embargo, el uso continuo de productos de limpieza con pH >10 causara deterioro del material de tal manera influye al aumento de conteo en las URL porque al haber desgaste o desprendimiento crea microfisuras que permiten la retención de materia orgánica y adherencia de *biofilms* en las superficies, no usar agua estéril para hidratar los hisopos para monitoreo altera el conteo de URL y los agentes desinfectantes residuales pueden afectar los resultados de la prueba de ATP.

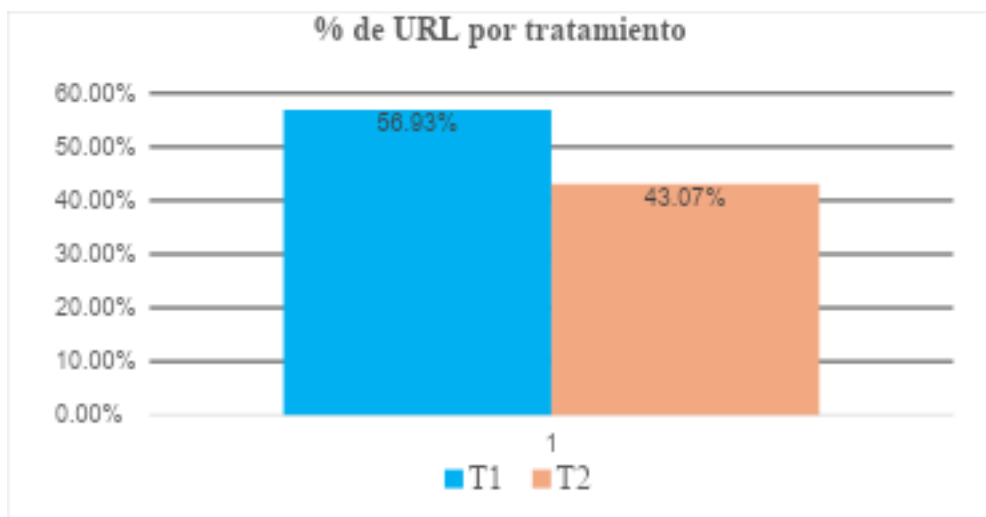
Tabla 11:Resultados de análisis de Luminómetro

Análisis con hisopado para luminómetro SDP-SDH semana 1(T1 R1)			
	Área muestreada	Antes URL	Después URL
Mesa 1	Acero	263,645	69
	Durazan	132,878	3,102
Mesa 3	Acero	No se hizo	35,642
	Durazan	210,147	1,862
Cuchillos	1	22,714	804
	2	168,321	107,940
Manos	2	34,234	3,885
Análisis con hisopado para luminómetro SDP-SDH semana 2(T2 R1)			
	Área muestreada	Antes URL	Después URL
Mesa 1	Acero	288,210	20
	Durazan	148,350	115
Mesa 3	Acero	211,999	51
	Durazan	93,285	57
Cuchillos	1	33,604	46,141
	2	183,885	42,495
Manos	1	13,117	16,603
	2	1,120	23
Análisis con hisopado para luminómetro SDP-SDH semana 3 (T1- R2)			
	Área muestreada	Antes URL	Después URL
Mesa 1	Acero		1,314
	Durazan		3,209
Mesa 3	Acero		909
	Durazan		5,705
Cuchillos	1		593
	2		2,503
Manos	1		27,292
	2		12,410
Análisis con hisopado para luminómetro SDP-SDH semana 4 (T2 R2)			
	Área muestreada	Antes URL	Después URL

Mesa 1	Acero		1,084
	Durazan		489
Mesa 3	Acero		34,330
	Durazan		2,966
Cuchillos	1		945
	2		2,787
Manos	1		6,618
	2		2,021

De los resultados de URL obtenidos después de cada proceso, se calculó el porcentaje para cada tratamiento, que se refleja en la figura 3, donde el T1 neutro alcalino registró mayor valor (56.93%) indicando menor eficacia, mientras que el T2 como alcalino presento un menor porcentaje (43.07%) lo cual evidencia una mayor capacidad de reducción de materia orgánica

Figura 3: Resultado de análisis con luminómetro del método neutro alcalino y alcalino.



5.3 Fase III: Análisis Microbiológicos.

En los análisis microbiológicos se evaluó la presencia o ausencia de microorganismos patógenos y recuento de microorganismos indicadores que fueron factor de estudio para determinar la eficacia de los métodos de limpieza y desinfección.

Tabla 12: Recuento de *Listeria Monocytogenes*

Tratamiento	Repetición	Tabla de picar	Mesa	Cuchillo
1	1	Ausencia	Ausencia	Ausencia
1	2	Ausencia	Ausencia	Ausencia
2	1	Ausencia	Ausencia	Ausencia
2	2	Ausencia	Ausencia	Ausencia

En los análisis microbiológicos para *Listeria monocytogenes* se observó ausencia en todos los tratamientos evaluados. Estos resultados por lo tanto indican que los procedimientos de limpieza y desinfección de ambos métodos son eficientes cumpliendo con lo que está establecido por CODEX CAC/GL 61-2007.

Tabla 13: Recuento de *E. Coli*

Tratamiento	Repetición	Tabla de picar	Mesa	Cuchillo
1	1	<1 UFC/100cm ²	<1 UFC/100cm ²	<5 UFC/100cm ²
1	2	<1 UFC/100cm ²	<1 UFC/100cm ²	<2 UFC/100cm ²
2	1	<1 UFC/100cm ²	<1 UFC/100cm ²	<1 UFC/100cm ²

2	2	<1 UFC/100cm ²	<1 UFC/100cm ²	<1 UFC/100cm ²
---	---	---------------------------	---------------------------	---------------------------

Los resultados de *E. Coli*, evidenciaron diferencia entre los tratamientos, sin embargo, en los cuchillos sí se obtuvieron datos de conteo en las dos repeticiones del T1, pero esto no indica presencia, porque se considera presencia sí su conteo es >10 ufc/100cm² considerando los parámetros que establece Codex Alimentarius ISBN 978-92-5305913-3.

Tabla 14: Recuento de Aerobios Mesófilos

Tratamiento	Repetición	Tabla de picar	Mesa	Cuchillo
1	1	16 UFC/ cm ²	<9 UFC/ cm ²	15 UFC/ cm ²
1	2	<2 UFC/ cm ²	<2 UFC/ cm ²	<7 UFC/ cm ²
2	1	<2 UFC/ cm ²	<1 UFC/ cm ²	<3 UFC/ cm ²
2	2	<2 UFC/ cm ²	<1 UFC/ cm ²	<2 UFC/ cm ²

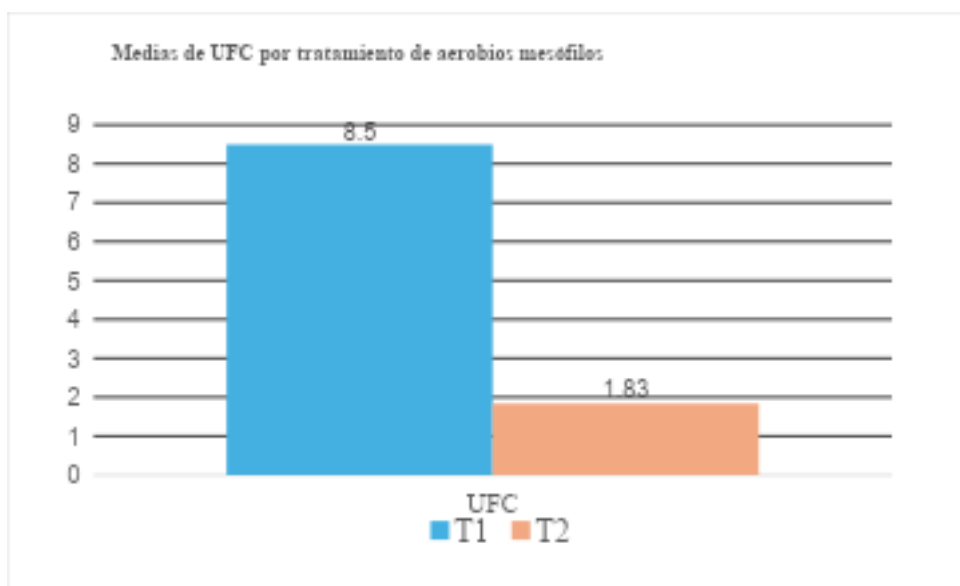
Para los análisis de Aerobios Mesófilos sí se observó conteo de UFC, a diferencia de la mesa con el T2 que fue de <1, pero considerando los límites que establece la Decisión de la Comisión de 8/6/01, Diario Oficial de las Comunidades Europeas (DOCE) 21/6/2001, lo cual indica que a un conteo >10ufc/cm² si presentará presencia de este microorganismo en las superficies que fueron muestreadas, por lo tanto en las tablas y cuchillos del T1 y R1 los resultados si exceden los límites establecidos para determinar presencia de dicho microorganismo.

Tabla 15: Medias de UFC por tratamientos de aerobios mesófilos

Tratamiento	Media (UFC)
2	1.83 ^a UFC
1	8.50 ^b UFC

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Figura 4: Medias de UFC de aerobios mesófilos por tratamiento



La diferencia observada entre tratamientos fue estadísticamente significativa según la prueba LSD, lo que confirma que el método alcalino presenta mejor desempeño en reducción microbiana que el tratamiento tradicional en aerobios mesófilos.

Tabla 16: Resumen comparativo de resultados microbiológicos entre tratamientos.

Superficie	Microorganismo	T1-R1	T1-R2	T2-R1	T2-R2
Mesa	<i>Listeria monocytogenes</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	<i>E. Coli</i>	<1 UFC /100cm ²	<1 UFC /100cm ²	<1 UFC /100cm ²	<1 UFC /100cm ²
	Aerobios mesófilos	<9 UFC / cm ²	<2 UFC / cm ²	<1 UFC / cm ²	<1 UFC / cm ²
Tablas de picar	<i>Listeria monocytogenes</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	<i>E. Coli</i>	<1 UFC /100cm ²	<1 UFC /100cm ²	<1 UFC /100cm ²	<1 UFC /100cm ²
	Aerobios mesófilos	16 UFC / cm ²	<2 UFC / cm ²	<2 UFC / cm ²	<2 UFC / cm ²
Cuchillos	<i>Listeria monocytogenes</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	<i>E. Coli</i>	<5 UFC /100cm ²	<2 UFC /100cm ²	<1 UFC /100cm ²	<1 UFC /100cm ²
	Aerobios mesófilos	15 UFC / cm ²	<7 UFC / cm ²	<3 UFC / cm ²	<2 UFC / cm ²

VI. CONCLUSIONES

Con la revisión de los programas de prerequisites de BPM y lo POES, se determinó que el establecimiento dispone de una estructura documentada y operativa considerando las indicaciones que establecen los marcos regulatorios internacionales, regionales y nacionales.

En la comparación de los métodos de limpieza y desinfección los resultados obtenidos con el análisis con luminómetro demostraron que T2 siendo el método alcalino, tiene mayor interacción con las sustancias orgánicas adheridas a las superficies, esto por su composición

y pH que se encuentra en la escala de los alcalinos, demostrando menor conteo de Unidades Relativas de Luz (URL).

De acuerdo con los análisis microbiológicos y el análisis estadístico analizado, se determinó que ambos métodos de limpieza y desinfección fueron eficaces en la inhibición de microorganismos evaluados, sin embargo, la comparación estadística evidencio que el método alcalino presento mayor eficacia en una reducción significativa de carga microbiana, esto directamente fortalece a la inocuidad de proceso al disminuir riesgos de contaminación.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar con el seguimiento, revisión, monitoreo o actualización oportuna de los programas prerequisites BPM, POES y con la actualización del sistema HACCP, con el propósito de mantener la eficacia de las medidas de higiene, control de peligros y aseguramiento de la inocuidad alimentaria dentro de la planta de proceso, lo cual permite adaptar los procedimientos y nuevas condiciones operativas,

Se recomienda analizar el costo de los productos de base alcalina, para ser considerados en uso como nuevo método, ya que este garantiza mayor efectividad en los procesos de limpieza y desinfección.

Para futuras investigaciones es importante considerar los factores que intervinieron en los análisis de monitoreo de ATP, como el uso de agua estéril para la hidratación de los hisopos para constatar con los resultados con parámetros establecidos con el uso de luminómetro.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

SENASA (2000). -Reglamento-de-inspeccion-de-carnes-y-productos-carnicos.

Alsuwat, MA; Shah, AA; Ullah, S; Khan, RU; Alissa, M; Khan, MS. 2025. Microbial Biofilm Formation to Mitigate Foodborne Pathogens Strategies and Control Measures. s.l., Springer. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12088-025-01461-4>.

Amazará-García, E; Quintero-Lidueñez, Y. (2022). MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS RECuento DE LOS MICROORGANISMOS AEROBIOS MESOFILOS (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/361449495>.

Bonneville, L; Ortiz, S; Maia, V; Brito, L; Martínez-Suárez, J V. 2020. Strain and growth conditions may regulate resistance of *Listeria monocytogenes* biofilms to benzalkonium chloride. Applied Sciences (Switzerland) 10(3). DOI: <https://doi.org/10.3390/APP10030988>.

Brown, P; Kucerovala, Z; Gorski, L; Chen, Y; Ivanova, M; Leekitcharoenphon, P; Parsons, C; Niedermeyer, J; Jackson, J; Kathariou, S. 2023. Horizontal Gene Transfer and Loss of Serotype-Specific Genes in *Listeria monocytogenes* Can Lead to Incorrect Serotype Designations with a Commonly-Employed Molecular Serotyping Scheme (en línea). Microbiology Spectrum 11(1). DOI: <https://doi.org/10.1128/SPECTRUM.02745-22>.

Basic Farm. 2020. ¿Qué es un detergente alcalino y cómo elegir uno? (en línea, sitio web). Consultado 25 may 2025. Disponible en <https://basicfarm.com/blog/que-es-detergente-alcalino-como-elegirlo/>.

Byron Vargas. 2023. La importancia del pH en la industria y su aplicación práctica en los procesos de producción (en línea, sitio web). Consultado 18 ago. 2025. Disponible en <https://www.byronvargas.com/web/como-se-utiliza-el-ph-en-la-industria/>.

Carrascosa, C; Raheem, D; Ramos, F; Saraiva, A; Raposo, A. 2021. Microbial Biofilms in the Food Industry-A Comprehensive Review (en línea). International journal of environmental research and public health 18(4):1-31. DOI: <https://doi.org/10.3390/IJERPH18042014>.

(CE) N° 583/2004. 2004. CELEX_32004R0853R(01)_ES_TXT. .

Christeyns. 2024. ¿Es una alternativa el uso de detergentes enzimáticos en la industria alimentaria? | Christeyns (en línea, sitio web). Consultado 31 oct. 2025. Disponible en https://www.christeyns.com/is-the-use-of-enzymatic-detergents-in-the-food-industry-an-alternative/?utm_source.

FAO (2005). CXC 58-2005 Pagina 1 of 54. . Consultado 22 may 2025.

Elafify, M; Liao, X; Feng, J; Ahn, J; Ding, T. 2024. Biofilm formation in food industries: Challenges and control strategies for food safety (en línea). Food Research International 190:114650. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2024.114650>.

FAO. 2021. FAO_PREVENCION.de.la.E.Coli.en.los.ALIMENTOS_FCC_ES. .

_____. 2023. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Organización Mundial de la Salud (en línea). DOI: <https://doi.org/10.4060/cc6125es>.

FDA. (2023). Food Code. s.l., s.e.

FSIS, 2020. Sanitation Standard Operating Procedures. Consultado 24 oct. 2025.

Hood, SK; Zottola, EA. 1997. Adherence to stainless steel by foodborne microorganisms during growth in model food systems (en línea). International Journal of Food Microbiology 37(2-3):145-153. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(97\)00071-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(97)00071-8).

Irene Ylla Monfort, CLV. 2024. Guía de Buenas Prácticas para la limpieza y la desinfección en la industria alimentaria. s.l., s.e.

SENASA, N.º 084 del 31 de julio. (1995). REPÚBLICA DE HONDURAS MINISTERIO DE SALUD. Consultado 21 oct. 2025.

OIRSA. 2016. Manual de buenas prácticas de manufactura en carne de bovinos, porcinos y aves. .

_____. 2018. Manual de Introducción a la Inocuidad de los alimentos - OIRSA. .

_____. 2020. Guía para uso de cloro como desinfectante en establecimientos 23.06.2020.

Oliulla, H; Mizan, MFR; Kang, I; Ha, S Do. 2024. On-going issues regarding biofilm formation in meat and meat products: challenges and future perspectives (en línea). Poultry Science 103(12):104373. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.PSJ.2024.104373>.

Rosado-Porto, D; Bonivento-Calvo, J; Salcedo-Mendoza, S; Molina-Castillo, A; Maestre-Serrano, R; García-Cuan, A; Rosado-Porto, D; Bonivento-Calvo, J; Salcedo-Mendoza, S; Molina-Castillo, A; Maestre-Serrano, R; García-Cuan, A. 2021. Determinación de E. coli biotipo 1 y E. coli O157:H7 en canal de carne bovina en plantas de beneficio del departamento del Atlántico (Colombia) (en línea). Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú 32(3):18476. DOI: <https://doi.org/10.15381/RIVEP.V32I3.18476>.

RTCA-67.06.5509.

2023.-Buenas-practicas-de-higiene-para-alimentos-no-procesados-y-semiprocados. .

Sharma, P. 2022. Role and significance of biofilm-forming microbes in phytoremediation -A review (en línea). Environmental Technology & Innovation 25:102182. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.ETI.2021.102182>.

Singh, S; Datta, S; Narayanan, KB; Rajnish, KN. 2021. Bacterial exo-polysaccharides in biofilms: role in antimicrobial resistance and treatments. s.l., Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, vol.19. DOI: <https://doi.org/10.1186/s43141-021-00242-y>.

Vcycletech. 2023. Surfactante catiónico - vcycletech (en línea, sitio web). Consultado 26 may 2025. Disponible en <https://vcycletech.com/es/tensoactivo-cationico/>.

Yangchen, J; Sarkar, D; Rood, L; Vaskoska, R; Kocharunchitt, C. 2025. Listeria monocytogenes: A Continuous Global Threat in Ready-to-Eat (RTE) Foods (en línea). Foods 2025, Vol. 14, Page 3664 14(21):3664. DOI: <https://doi.org/10.3390/FOODS14213664>.

ZS España. 2021. ¿Qué son los tensioactivos no iónicos y cuáles son sus aplicaciones industriales? - ZS España (en línea, sitio web). Consultado 2 jun. 2025. Disponible en <https://www.zschimmer-schwarz.es/noticias/que-son-los-tensioactivos-no-ionicos-y-cuales-son-sus-aplicaciones-industriales/>.

ANEXOS

CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE PROCEDIMIENTOS PREOPERACIONALES, OPERACIONALES Y POS OPERACIONAL.

Anexo SEQ Anexo * ARABIC 1:
Capacitación al personal



ENTRENAMIENTO AL PERSONAL CON EL MÉTODO ALCALINO

Anexo SEQ Anexo * ARABIC 2: Entrenamiento al personal con el nuevo método.



MONITOREO Y PROCESO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

Anexo SEQ Anexo * ARABIC 3: Monitoreo de ATP con hisopado a través de luminómetro.



Anexo SEQ Anexo V* ARABIC 4: Protocolo de limpieza y desinfección.



Anexo SEQ Anexo V* ARABIC 5: Detección de *biofilm*.

Método neutro alcalino



Método alcalino