

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EVALUACIÓN DE PRODUCTOS ÁCIDOS COMO MÉTODO DE
LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN EN LA SALA DE PROCESAMIENTO
ULTERIOR DE UNA PLANTA DE CARNES**

Por:

CARMEN GISSELA MADRID HERNÁNDEZ



CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE, 2025

**EVALUACIÓN DE PRODUCTOS ÁCIDOS COMO MÉTODO DE
LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN EN LA SALA DE PROCESAMIENTO
ULTERIOR DE UNA PLANTA DE CARNES**

POR:

CARMEN GISSELA MADRID HERNÁNDEZ

ALBA JULIA MUÑOZ M.S.c.

Asesor principal

TESIS

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

CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE, 2025

ACTA DE SUSTENTACIÓN

DEDICATORIA

A Dios

Por su infinita bondad, guía y protección. Gracias por iluminar mi camino, darme fuerzas en los momentos difíciles y llenar mi corazón de fe y esperanza. Que todo lo aprendido y logrado en esta investigación sea siempre para su gloria y reflejo de su amor en mi vida.

A mis padres

Roberto Madrid y Zoila Hernández, Por su amor, apoyo y ejemplo constante. Gracias por enseñarme con paciencia y cariño a perseguir mis sueños, por darme fuerzas en los momentos difíciles y por creer siempre en mí. Cada paso de este logro lleva consigo su dedicación, sacrificio y todo el amor que me han brindado, y mi más profundo agradecimiento a ellos por ser mi guía y mi inspiración.

A mis hermanos

Gabriel, Gerson, Odalis y Rigoberto, por su apoyo incondicional, cariño y compañía. Gracias por motivarme a seguir adelante, por celebrar mis logros y estar siempre para mí. Su cariño y ejemplo han sido fundamentales para mi crecimiento personal como profesional.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada paso de este camino, dándome la sabiduría, paciencia y determinación necesaria para culminar este trabajo.

A la **M.Sc. Keysi Díaz**, quien fue mi asesora, apoyo y guía, agradezco su dedicación durante todo este proceso. Gracias a sus consejos y motivación este trabajo fue posible, dejando en mi aprendizaje que trascienden lo académico y enriqueciendo tanto mi vida personal como profesional.

Al Laboratorio de Ciencias de la Carne, por brindarme un espacio para llevar a cabo esta investigación y por facilitar algunos de los insumos necesarios para el desarrollo de la misma.

Y, por último, pero no menos importante a la empresa Pecuaria Honduras, por ser parte esencial de esta investigación y proveer insumos requeridos, contribuyendo al éxito de esta investigación.

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO	ii
LISTA DE TABLAS	vi
LISTA DE ILUSTRACIONES.....	vii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
3.1. Programas prerequisites.....	3
3.1.1. Buenas prácticas de manufactura (BPM).....	3
3.1.2. Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamientos (POES)	3
3.1.3. Abastecimiento de agua	5
3.1.4. Prácticas higiénicas del personal	5
3.1.5. Programas de limpieza y desinfección.....	7
3.2. Métodos de desinfección.....	8
3.2.1. Productos químicos para la limpieza y desinfección	8
3.2.2. Detergente sin aroma	8
3.2.3. Hipoclorito de calcio	9
3.2.4. Betelene f3: Detergente neutro espumante.....	9
3.2.5. Mida FOAM 261 LC: Detergente espumante acido	9
3.2.6. Mida SAN 327 BF: Desinfectante espumante antibiofilms	10

3.2.7.	Intercept.....	11
3.2.8.	Mida AIRFUM: Desinfectante fumígeno listo para su uso.....	12
3.3.	Análisis Microbiológicos	14
3.3.1.	Composición de biopelículas.....	14
3.3.2.	Formación de biofilms y riesgos de biofilms en carnes.....	15
3.3.3.	Resistencia de las biofilms a la desinfección	15
3.3.4.	Listeria Monocytogenes	15
3.3.5.	Escherichia coli.....	16
3.3.6.	Aerobios Mesófilos.....	16
3.3.7.	Mohos.....	17
3.3.8.	Levaduras	17
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
4.1.	Ubicación del estudio.....	20
4.2.	Materiales y equipo	20
4.3.	Metodología.....	21
4.3.1.	Etapa 1: Revisión y verificación de programas prerequisites.	22
4.3.2.	Etapa 2: Comparación de efectividad de productos.....	24
4.3.3.	Etapa 3: Validación de productos mediante análisis microbiológicos y luminómetro.....	26
4.3.4.	Toma de muestras en superficie	26
4.3.5.	Toma de muestras para análisis de ambiente	27
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
5.1.	Etapa 1: Revisión y verificación de programas prerequisites	30
5.2.	Análisis de hisopado con luminómetro	33
5.3.	Análisis de superficie	36

5.4. Análisis de ambiente	38
VI. CONCLUSIONES	39
VII. RECOMENDACIONES	40
VIII. BIBLIOGRAFÍA	41
ANEXOS	44

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Rangos de pH en insumos de limpieza y desinfección	14
Tabla 2: Limites óptimos, temperaturas de crecimiento de microorganismos	18
Tabla 3: Descripción de materiales, insumos y equipos	21
Tabla 4: Tratamientos y repeticiones	28
Tabla 5: Programas de BPM vigentes en el LCC.....	31
Tabla 6: Indicadores, criterios y parámetros	32
Tabla 7: Monitoreo de ATP con luminómetro T1R1 y T2R1	34
Tabla 8: Monitoreo de ATP con luminómetro T1R2 y T2R2.....	35
Tabla 9: Análisis de superficie de molino (Aerobios mesófilos)	36
Tabla 10: Análisis de superficie de embutidora (Aerobios mesófilos).....	37
Tabla 11: Análisis de superficie de cutter (Aerobios mesófilos)	37
Tabla 12: Análisis microbiológicos de ambiente	38

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1: Microorganismos que controla Mida SAN 327 BF	11
Ilustración 2: Microorganismos que controla Intercept	12
Ilustración 3: Microorganismos que controla Mida AIRFUM	13
Ilustración 4: Descripción de etapas de investigación	22

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1: Capacitación al personal sobre el uso de insumos de limpieza y desinfección	44
Anexo 2: Aplicación de insumos de limpieza y desinfección	44
Anexo 3: Muestreo microbiológico de superficie	45
Anexo 5: Análisis microbilógicos de ambiente	45
Anexo 4: Aplicación del desinfectante de ambiente Mida Airfum.....	45

RESUMEN

El presente estudio tuvo como propósito evaluar la eficacia de dos métodos de limpieza y desinfección en la sala de embutidos del Laboratorio de Ciencias de la Carne (LCC) de la Universidad Nacional de Agricultura. Se comparó el método neutro alcalino utilizado actualmente en el establecimiento y un método alternativo de productos ácidos, la investigación se desarrolló en tres etapas: Verificación de los programas prerequisites Buenas Prácticas de Manufactura y Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento, comparación de ambos métodos y validación microbiológica de ambiente y luminómetro.

Los análisis microbiológicos incluyeron la detección de *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* y Aerobios mesófilos, además, se realizó recuento de Mohos y Levaduras en análisis de ambiente, En las muestras de superficie de equipos de estudio: molino, cutter y embutidora se obtuvo ausencia de *Listeria monocytogenes* y *Escherichia coli*, por lo que el análisis comparativo se enfocó en Aerobios mesófilos. Los datos fueron sometidos a un análisis estadístico mediante ANOVA con un nivel de significancia del 5% ($p \leq 0.05$) para determinar diferencias entre tratamientos.

Los resultados mostraron que el método ácido generó una mayor reducción de contaminación orgánica evidenciado en las mediciones con luminómetro donde se obtuvieron valores cerca de las 200 URL permitidos. En las pruebas microbiológicas el método ácido presentó un mejor desempeño en la reducción de Aerobios mesófilos, destacándose en la embutidora donde la diferencia en comparación con el método neutro alcalino fue estadísticamente significativa. Así mismo, la desinfección de ambiente con Mida AIRFUM redujo de manera casi total los recuentos de Mohos y Levaduras.

Palabras clave: Limpieza y desinfección, inocuidad alimentaria, productos ácidos, microorganismos, luminometría

I. INTRODUCCIÓN

Mantener una adecuada higiene en las plantas procesadoras de carne es de mucha importancia para asegurar la inocuidad de los productos que se consumen. En esta investigación se consideró importante evaluar el uso de productos ácidos en limpieza y desinfección, como una alternativa al método neutro alcalino que se utiliza en el establecimiento, con lo que se pretende minimizar y prevenir los riesgos físicos, químicos y microbiológicos a lo largo del proceso de producción.

El propósito de esta investigación fue comparar los dos métodos de limpieza y desinfección; el método neutro alcalino utilizado actualmente en el Laboratorio de Ciencias de la Carne (LCC) y el segundo basado en productos ácidos. Este estudio se realizó a través de tres etapas, en la primera etapa se revisaron los programas prerequisites de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES); en la segunda etapa se realizó la comparación de los dos métodos de limpieza y desinfección, desarrollando el procedimiento con cada uno de ellos. Para el uso del método ácido se procedió conforme a especificaciones del fabricante y con el neutro alcalino, según lo establecido en LCC; finalmente en la tercera etapa se realizaron muestreos microbiológicos, para evaluar conteo de microorganismos patógenos como *Listeria monocytogenes* y de microorganismos indicadores como *Escherichia coli*, Mohos y Levaduras y Aerobios mesófilos; así mismo, se hicieron pruebas de ambiente teniendo como factor de estudio los mohos y levaduras, también se realizó análisis de hisopado con luminómetro en superficies de la sala de embutidos específicamente en el molino, cutter y embutidora para conocer la eficacia de cada método de limpieza y desinfección utilizado.

Para complementar la evaluación de los métodos los datos obtenidos en los análisis microbiológicos fueron sometidos a un análisis estadístico mediante un Análisis de Varianza (ANOVA) con un nivel de significancia del 5% ($p \leq 0.05$). Este análisis permitió determinar si existe diferencias significativas entre los tratamientos.

II. OBJETIVOS

General

- Evaluar la eficacia de productos ácidos como método de limpieza y desinfección en la sala de procesamiento ulterior en el Laboratorio de Ciencias de la Carne (LCC) en la Universidad Nacional de Agricultura.

Específicos

- Verificar los programas prerequisites, en Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES) que se mantienen en el establecimiento, considerando las indicaciones del RTCA versión 67.01.33:06.
- Comparar la efectividad de productos ácidos Vrs el método convencional (neutro alcalino) utilizado en el laboratorio de Ciencias de la Carne.
- Validar la eficacia de los productos utilizados mediante pruebas microbiológicas de ambiente y luminómetro.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Programas prerequisites

3.1.1. Buenas prácticas de manufactura (BPM)

Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) son un conjunto de principios básicos cuyo objetivo es garantizar que los productos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyan los riesgos inherentes en la producción y distribución. Las BPM son una serie de directrices que definen la gestión y manejo de acciones con el objetivo de asegurar condiciones favorables para la producción de alimentos seguros. También son de utilidad para el diseño y gestión de establecimientos y para el desarrollo de procesos y productos relacionados con la alimentación.

Las BPM fueron desarrolladas por el Codex Alimentarius con el objetivo de proteger al cliente. Incluye varias condiciones y procedimientos operativos básicos que cualquier empresa alimentaria debe cumplir, considerando también el marco legal del país. Las empresas alimentarias que intervienen en cada etapa de la cadena son responsables de adoptar todas las medidas a su alcance para que los productos alimenticios cumplan con estas normas de higiene (RTCA 67.01.33:06, 2006).

3.1.2. Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamientos (POES)

Los POES son documentos elaborados por escrito en los cuales se describen detalladamente los métodos, utensilios y sustancias a emplear, así como la frecuencia de limpieza y desinfección de la planta y los equipos. Especifican también la forma de evaluar la eficacia del proceso de limpieza y desinfección.

Como medida de prevención y control de la incidencia de Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETAS) es indispensable que todos los establecimientos desarrollen un manual de POES.

- 1) LOS POES deben ser desarrollados e implementados en los establecimientos para prevenir la contaminación de los productos.
- 2) Considerar tanto los POES pre-operativos como los Operativos.
- 3) Deben mantenerse por escrito y a disposición de la autoridad competente.
- 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 autoridad competente 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 desarrollar 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 (OIRSA, 2020).

3.1.3. Abastecimiento de agua

El agua utilizada en los procesos de limpieza, desinfección y producción dentro de las plantas procesadoras de alimentos debe cumplir con parámetros de calidad que garanticen su inocuidad. En Honduras, la Norma Técnica Nacional para la Calidad del Agua Potable (Acuerdo No. 184-95) establece los límites permisibles de contaminantes físicos, químicos y microbiológicos que el agua debe cumplir para considerarse apta para el consumo humano y para su uso en la industria alimentaria. Establece que el agua debe estar libre de microorganismos patógenos como *Escherichia coli* y Coliformes totales, los cuales son indicadores de contaminación fecal y de deficiencias en el tratamiento o manejo del recurso hídrico (SENASA, 1995).

Se debe controlar diariamente el cloro residual del agua potabilizada con este sistema y registrar los resultados en un formulario diseñado para tal fin, en el caso que se utilice otro sistema de potabilización también deben registrarse diariamente. Evaluar periódicamente la calidad del agua a través de análisis físico-químico y bacteriológico y mantener los registros respectivos (IPSA, 2006).

3.1.4. Practicas higiénicas del personal

1. El personal que manipula alimentos debe presentarse bañado antes de ingresar a sus labores.
2. Como requisito fundamental de higiene se debe exigir que los operarios se laven cuidadosamente las manos con jabón líquido antibacterial:
 - a) Al ingresar al área de proceso.

- b) Después de manipular cualquier alimento crudo o antes de manipular alimentos cocidos que no sufrirán ningún tipo de tratamiento térmico antes de su consumo.
 - c) Después de llevar a cabo cualquier actividad no laboral como comer, beber, fumar, sonarse la nariz o ir al servicio sanitario.
3. Toda persona que manipula alimentos debe cumplir con lo siguiente:
- a) Si se emplean guantes no desechables, estos deben estar en buen estado, ser de un material impermeable y cambiarse diariamente, lavar y desinfectar antes de ser usados nuevamente. Cuando se usen guantes desechables deben cambiarse cada vez que se ensucien o rompan y descartarse diariamente.
 - b) Las uñas de las manos deben estar cortas, limpias y sin esmaltes.
 - c) No deben usar anillos, aretes, relojes, pulseras o cualquier adorno u otro objeto que pueda tener contacto con el producto que se manipule.
 - d) Evitar comportamientos que puedan contaminarlos, por ejemplo:
 - 1. Fumar
 - 2. Escupir
 - 3. Masticar o comer
 - 4. Estornudar o toser
 - 5. Conversar en el área de proceso
 - e) El bigote y barba deben estar bien recortados y cubiertos con cubre bocas.
 - f) El cabello debe estar recogido y cubierto por completo por un cubre cabezas.
 - g) No debe utilizar maquillaje, uñas o pestañas postizas.
 - h) Utilizar uniforme y calzado adecuados, cubrecabezas y cuando proceda ropa protectora y mascarilla.
4. Los visitantes de las zonas de procesamiento o manipulación de alimentos, deben seguir las normas de comportamiento y disposiciones que se establezcan en la organización con el fin de evitar la contaminación de los alimentos (IPSA, 2006).

3.1.5. Programas de limpieza y desinfección

- a) Las instalaciones y el equipo deben mantenerse en un estado adecuado de limpieza y desinfección, para lo cual deben utilizar métodos de limpieza y desinfección, separados o conjuntamente, según el tipo de labor que efectúe y los riesgos asociados al producto. Para ello debe existir un programa escrito que regule la limpieza y desinfección del edificio, equipos y utensilios, el cual debe especificar lo siguiente:
 - 1. Distribución de limpieza por áreas.
 - 2. Responsable de tareas específicas.
 - 3. Método y frecuencia de limpieza.
 - 4. Medidas de vigilancia.
 - 5. Ruta de recolección y transporte de los desechos.
- b) Los productos utilizados para la limpieza y desinfección deben contar con registro emitido por la autoridad sanitaria correspondiente. Deben almacenarse adecuadamente, fuera de las áreas de procesamiento de alimentos, debidamente identificados y utilizarse de acuerdo con las instrucciones que el fabricante indique en la etiqueta.
- c) En el área de procesamiento de alimentos, las superficies, los equipos y utensilios deben limpiarse y desinfectarse según lo establecido en el programa de limpieza y desinfección. Debe haber instalaciones adecuadas para la limpieza y desinfección de los utensilios y equipo de trabajo, debiendo seguir todos los procedimientos de limpieza y desinfección a fin de garantizar que los productos no lleguen a contaminarse.
- d) Cada establecimiento debe asegurar su limpieza y desinfección. No utilizar en área de proceso, almacenamiento y distribución, sustancias odorizantes o desodorantes en cualquiera de sus formas. Se debe tener cuidado durante la limpieza de no generar polvo ni salpicaduras que puedan contaminar los productos (IPSA, 2006).

3.2.Métodos de desinfección

3.2.1. Productos químicos para la limpieza y desinfección

Los productos utilizados para la limpieza y desinfección deben contar con registro emitido por la autoridad sanitaria correspondiente para uso en la industria alimentaria. No deben utilizarse productos para la limpieza y desinfección aromatizados en áreas de proceso, almacenamiento y distribución.

Deben manipularse y utilizarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante y las especificaciones establecidas en las fichas técnicas y hojas de seguridad y almacenarse separados de las áreas de procesamiento y almacenamiento de alimentos y material de envasado. Deben mantenerse en depósitos o recipientes claramente identificados y almacenados de forma segura en lugares específicos, rotulados y ventilados, con el cuidado de evitar derrames de los productos líquidos sobre los sólidos (RTCA 67.06.55:09, 2009).

3.2.2. Detergente sin aroma

Los detergentes sin perfume son muy utilizados en la industria alimentaria porque son capaces de eliminar residuos sin añadir fragancias ni compuestos que cambien las propiedades sensoriales de los alimentos. Estos productos están especialmente diseñados para cumplir con los requisitos de limpieza de entornos de alta seguridad, como plantas procesadoras de carne y bebidas. Según la Ficha técnica del detergente en polvo sin perfume, este detergente contiene tensioactivos aniónicos y no iónicos que no contienen fosfatos ni fragancias y se recomienda su uso en electrodomésticos y utensilios de cocina de acero inoxidable. Asimismo, la ficha de datos del detergente en polvo sin perfume establece que debe manipularse según las precauciones del fabricante, almacenarse en áreas ventiladas y mantenerse separado de los alimentos para evitar la contaminación cruzada (Lariansa, 2021).

3.2.3. Hipoclorito de calcio

El hipoclorito de calcio, conocido comercialmente como cloro HTH, es un desinfectante sólido altamente efectivo utilizado en la industria alimentaria para eliminar microorganismos patógenos en superficies, contenedores y sistemas de agua. Contiene aproximadamente un 70% de cloro disponible y cuando se disuelve en agua libera ácido hipocloroso, responsable de su acción biocida. Según la Ficha Técnica del Hipoclorito de Calcio HTH, debe almacenarse en áreas ventiladas y lejos de materiales inflamables debido a sus propiedades oxidantes. Su uso está de acuerdo con lo establecido en el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.06.55:09, que estipula que los desinfectantes en la industria alimentaria deben contar con tarjeta sanitaria y deben usarse según las instrucciones del fabricante (HTH – Innovative Water Care, 2021).

3.2.4. Betelene f3: Detergente neutro espumante

Es un detergente líquido neutro, concentrado y espumante, diseñado para uso general en la industria alimentaria.

Modo de empleo: se emplea habitualmente a dosis de hasta el 1,0 % (%p/p). Determinadas aplicaciones pueden precisar concentraciones mayores. Adecuado para aplicaciones manuales y por inmersión (BETELENE, 2023).

3.2.5. Mida FOAM 261 LC: Detergente espumante ácido

Es un detergente espumante basado en ácido fosfórico para la limpieza y eliminación de depósitos inorgánicos y suciedad orgánica en equipos y superficies abiertas de la industria alimentaria, láctea y de bebidas. Mida FOAM 261 LC es muy eficaz en la eliminación de los depósitos inorgánicos de cal, especialmente el carbonato de calcio

y el fosfato de calcio, mejorando la eficiencia operativa. La formulación de Mida FOAM 261 LC contiene componentes que ayudan a proporcionar una fuerte capacidad detergente y desengrasante. Este producto se ha comercializado anteriormente con el nombre Pinaran Espuma, sin cambios en su composición o propiedades.

Instrucciones de uso: Mida FOAM 261 LC se emplea diluido en agua a concentraciones entre 0,5 - 1% (v/v) a temperatura ambiente o caliente (entre 35-60°C) dependiendo del depósito a remover. Se recomienda un tiempo de contacto de 15 minutos. El producto se puede aplicar en forma de espuma mediante proyección de espuma. Aclarar a fondo después del uso y asegurarse de que se eliminan todos los residuos del producto. Las condiciones de uso indicadas son recomendaciones generales y deben adaptarse a las necesidades particulares de cada aplicación. Cuando sea posible, se deben seguir las indicaciones del fabricante. (Unidad Química, 2024).

3.2.6. Mida SAN 327 BF: Desinfectante espumante antibiofilms

Es un producto diseñado para la eliminación de biofilms provocando su desprendimiento y la eliminación de los microorganismos presentes gracias a su efectividad biocida. Es adecuado para la desinfección de superficies en el ámbito profesional, industrias alimentarias y en instalaciones ganaderas.

Instrucciones de uso: Se aplica en forma de espuma a concentraciones entre 3% y 5% (p/p) con un tiempo de contacto recomendado de por lo menos, 15 minutos. Pueden ser necesarias concentraciones más altas y tiempos de contacto más largos en casos de fuerte contaminación. Tras la aplicación deben aclararse con agua las superficies que entren en contacto directo con los alimentos después de su uso y asegurarse de que se eliminan todos los residuos del producto y las partículas de suciedad (Betelgeux S.L., 2021).

Ilustración 1: Microorganismos que controla Mida SAN 327 BF

Uso ambiental (TP2) y en industria alimentaria (TP4)		
Actividad	Norma	Microorganismos ensayados
Bactericida	EN 1276 EN 13697	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Enterococcus hirae</i> <i>Escherichia coli</i>
Levuricida	EN 1650 EN 13697	<i>Candida albicans</i>
Fungicida	EN 1650 EN 13697	<i>Aspergillus brasiliensis</i>
Viricida	EN 14476 EN 16777	<i>Norovirus Murino</i> <i>Adenovirus</i>

Fuente: Betelgeux S.L., 2021

3.2.7. Intercept

Intercept es un desinfectante terminal de amplio espectro conteniendo glutaraldehído y amonio cuaternario de 4ta generación para uso en granjas, equipo, criaderos, casetas de aves de corral, recintos de perros, perreras (parvovirus canino), cirugías, etc. Esta mata virus, bacterias, micoplasma, hongos y otras enfermedades causadas por microorganismos. Intercept es efectivo siempre en la presencia de materia orgánica. Este tiene una actividad residual de 7 días. Intercept es altamente estable concentrado y en diluciones.

Uso:

1. Rutina de desinfección: 1:400 partes de agua (2.5mL/1Litro de agua) a un rango de 300mL del producto diluido por metro cuadrado de la superficie de agua.
2. Para uso en baños de inmersión de pie/baños 1:100 partes de agua (10mL/1 Litro de agua) para ser reemplazada cada dos semanas.
3. Desinfección aérea: 1:150 partes de agua (1.5 mL/1 Litro de agua). Aplicar esta solución diluida a un rango de 1 litro por 100 metros cúbicos (Genética, 2024).

Ilustración 2: Microorganismos que controla Intercept

Bacterias	Hongos	Virus
• <i>Lawsonella michiganensis</i> • <i>Haemophilus paragallinarum</i> • <i>Corynebacterium pseudotuberculosis</i> • <i>Mycobacterium smegmatis</i> • <i>Salmonella pullorum</i> • <i>Salmonella enteritidis</i> • <i>Enterococcus faecalis</i> • <i>Enterococcus hirae</i> • <i>Proteus mirabilis</i> • <i>Proteus vulgaris</i> • <i>Escherichia coli</i>	• <i>Trichophyton mentagrophytes</i> • <i>Saccharomyces cerevisiae</i> • <i>Penicillium verrucosum</i> • <i>Penicillium expansum</i> • <i>Aspergillus fumigatus</i> • <i>Fusarium dimerum</i> • <i>Aspergillus niger</i> • <i>Candida albicans</i>	• Fiebre aftosa • Estomatitis vesicular • Síndrome reproductivo respiratorio porcino • Bronquitis infecciosa
• <i>Mycoplasma synoviae</i> • <i>Pseudomonas aeruginosa</i> • <i>Salmonella choleraesuis</i> • <i>Staphylococcus aureus</i> • <i>Streptococcus faecium</i> • <i>Streptococcus suis</i> • <i>Bordetella avium</i>	• <i>Bacillus cereus</i>* • <i>Bacillus subtilis</i>* • <i>Bordetella bronchiseptica</i> • <i>Branchyspira hyodysenteriae</i> • <i>Campylobacter jejuni</i> • <i>Pasteurella multocida</i> • <i>Ornithobacterium rhinotracheale</i>	• Influenza porcina • Peste porcina clásica • Enfermedad de marek • Peste porcina africana • Gastroenteritis porcina
• <i>Salmonella typhimurium</i> • <i>Klebsiella pneumoniae</i> • <i>Listeria monocytogenes</i> • <i>Mycoplasma hyopneumoniae</i> • <i>Mycoplasma gallisepticum</i>		• Laringotraqueitis infecciosa • Hepatitis por cuerpos de inclusión • Enfermedad de gumboro • Encefalomiелitis infecciosa • Enfermedad del ojo azul • Enfermedad de Newcastle

Fuente: Genética, 2024

3.2.8. Mida AIRFUM: Desinfectante fumígeno listo para su uso

Es un desinfectante de aplicación por vía aérea, con actividad bactericida, fungicida y viricida, adecuado para la desinfección de ambientes en la industria alimentaria en silos, salas de procesamiento, depósitos, conductos de ventilación, almacenes, vehículos de transporte, etc. No aporta humedad al entorno durante su aplicación, por lo que es una solución adecuada para la desinfección de ambientes en los que el agua no debe estar presente.

Instrucciones de uso: Antes de la desinfección con Mida AIRFUM se debe calcular el número de botes a utilizar. Cerrar herméticamente todas las posibles fugas de aire del local. Agitar bien el bote, quitar la tapa plástica del bote y tapón del orificio superior. Colocarlo sobre una superficie resistente al calor, alejado de materiales inflamables, prender la mecha y salir del recinto cerrándolo completamente. Depositar la cantidad de botes correspondientes al volumen a tratar (0,5 g de producto por m³) y salir de la cámara después de encender las mechas. No entrar durante todo el periodo de tratamiento. El tiempo de contacto para la desinfección de las superficies es de 15 h.

Cuando haya terminado la combustión, reactivar la ventilación. Se recomienda un plazo de seguridad de 12 horas en ausencia de personas, ventilándose adecuadamente antes de entrar en el recinto (Betelgeux S.L., 2023).

Ilustración 3: Microorganismos que controla Mida AIRFUM

Actividad	Norma	Microorganismos testados
Bactericida	EN1276	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Enterococcus hirae</i>
Levuricida	EN1650	<i>Candida albicans</i> <i>Aspergillus brasiliensis</i>
Bactericida	EN 17272	<i>Acinetobacter baumannii</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Enterococcus hirae</i> <i>Listeria monocytogenes</i>
Fungicida		<i>Candida albicans</i> <i>Aspergillus brasiliensis</i>
Viricida		<i>Poliovirus</i> <i>Adenovirus</i> <i>Norovirus murino</i>

Fuente: Betelgeux S.L., 2021

Tabla 1: Rangos de pH en insumos de limpieza y desinfección

N°	Rangos de pH	Escala	Descripción	Marco regulatorio
1	1-6	Ácidos	Productos con propiedades desincrustantes, ideales para restos de óxidos y depósitos minerales, por su composición de ácido oxálico, tensoactivo aniónicos y no aniónicos .	Reglamento (CE) N° 648/2004
2	7	Neutros	Sus usos pueden ser en general ya que son seguros y más suaves para la mayoría de las superficies.	Reglamento (CE) N° 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.	Reglamento (CE) N° 648/2004

Fuente: Elaboración propia

3.3.Análisis Microbiológicos

3.3.1. Composición de biopelículas

Una biopelícula está compuesta por aproximadamente un 90% de agua y un 10% de material microbiano, donde los polisacáridos representan entre el 50% y el 90% del componente orgánico y forman una matriz tridimensional similar a una malla. Esta estructura se sostiene gracias a enlaces intermoleculares que permiten el entrelazamiento de sus cadenas, mientras que los grupos hidroxilo de los polisacáridos incrementan la cohesión, la resistencia y la estabilidad de la biopelícula. Además de aportar rigidez, esta matriz regula el movimiento de nutrientes, retiene humedad y crea microambientes que favorecen la comunicación celular, la adherencia a superficies y la protección frente a condiciones adversas e intervenciones con agentes de limpieza o

desinfección, lo que le confiere a la biopelícula una notable capacidad de supervivencia (Alsuwat et al., 2025).

3.3.2. Formación de biofilms y riesgos 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 microcolonias (Alsuwat et al., 2025).

3.3.3. Resistencia de las biofilms a la desinfección

Las resistencias a la desinfección de las biofilms a los desinfectantes de las células son fenómenos diferentes, la resistencia de las biofilms 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).

3.3.4. Listeria Monocytogenes

La bacteria *Listeria monocytogenes* es un patógeno de elevada relevancia en plantas procesadoras de alimentos, ya que prospera en una amplia gama de condiciones ambientales adversas. Puede proliferar entre aproximadamente $-0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $45\text{ }^{\circ}\text{C}$, con un óptimo cerca de $37\text{ }^{\circ}\text{C}$, y presentar tiempos de duplicación entre 62 y 131 horas a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Asimismo, tiene la capacidad de construir biofilms en las superficies en contacto con los alimentos, lo que supone un grave peligro de enraizamiento y contaminación cruzada en la atmósfera industrial (Walker et al., 1990; Osek, 2022).

3.3.5. Escherichia coli

Escherichia coli es una bacteria Gram negativa que habita normalmente en el intestino de humanos y animales, pero algunas cepas pueden causar graves Enfermedades Transmitidas por los Alimentos (ETAS). En la industria alimentaria, este microorganismo representa un riesgo significativo debido a su capacidad para sobrevivir y adherirse a superficies de contacto como acero inoxidable, plásticos y caucho, favoreciendo la contaminación cruzada (Wilks et al., 2005).

3.3.6. Aerobios Mesófilos

Los aerobios mesófilos son bacterias dependientes del oxígeno que pueden multiplicarse a temperaturas que oscilan entre 20°C y 45°C con una temperatura óptima de 30 a 37°C . Este tipo de microorganismos se utilizan para estimar la carga microbiana total de una superficie o alimento según (Sanchis y Arnedo 2022). Por otra parte, el tiempo concreto de crecimiento de estos microorganismos es muy variable y depende de factores nutricionales y genéticos, así como de la temperatura que se menciona inicialmente. De igual forma, se ha determinado un tiempo de generación que oscila entre los 20 minutos (Medigan et al, 2015).

3.3.7. Mohos

Los mohos son hongos filamentosos que se desarrollan a través de hifas y forman micelios visibles en ambientes con altos niveles de humedad y presencia de materia orgánica. Su temperatura óptima de crecimiento está entre 25 °C y 30 °C, aunque algunas especies, como *Penicillium*, pueden crecer a partir de 5 °C en alimentos refrigerados (Pouris et al., 2024). Estos microorganismos son muy importantes para la seguridad alimentaria porque pueden estropear los productos y producir micotoxinas, sustancias tóxicas que afectan la salud humana y animal (Kohn, 2019). La mayoría de los mohos mueren o dejan de crecer a temperaturas entre 60°C y 71°C, aunque algunas esporas pueden sobrevivir en condiciones más altas (USDA, 2003). Por tanto, el control de la humedad, la higienización de superficies y el tratamiento térmico son medidas esenciales para prevenir su propagación y mantener la seguridad alimentaria.

3.3.8. Levaduras

Las levaduras son hongos unicelulares que desempeñan un papel importante en la microbiología de los alimentos porque pueden participar en la fermentación beneficiosa o actuar como contaminantes que provocan el deterioro de productos con alto contenido de azúcar o humedad. Su temperatura óptima de crecimiento está entre 20 °C y 45 °C, aunque algunas cepas pueden crecer lentamente a temperaturas cercanas a los 0 °C (Riesute et al., 2021). El crecimiento de la levadura se inhibe o se detiene por completo cuando se alcanzan temperaturas entre 60°C y 71°C, el rango térmico en el que mueren la mayoría de las células vegetativas (USDA, 2003). Por estas características, el control térmico, la reducción de la actividad del agua y la limpieza sanitaria son estrategias básicas para prevenir su propagación y mantener la calidad microbiológica de los alimentos (Fleet, 2011).

Tabla 2: Límites óptimos, temperaturas de crecimiento de microorganismos

Microorganismo	Marco regulatorio	Límite permitido	Temperatura de crecimiento			Tiempo óptimo (horas)
			Min.	Optima	Max.	
<i>E. Coli genérica</i>	CODEX ALIMENTARIUS	Ausencia / superficie muestreada >10 ufc/100 cm ²	7°C	37°C	50°C	18-24 h
<i>Listeria monocytogenes</i>	ISBN 978-92-5-305913-3 Reglamento (CE) N.º 2073/2005 de la Comisión — Criterios microbiológicos para productos alimenticios	Ausencia en 25 g/ ausencia en superficie muestreada	1°C	30-37°C	45°C	24-28 h
<i>Aerobios Mesófilos</i>	Decisión de la Comisión de 8/6/01, Diario Oficial de las Comunidades 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

<i>Mohos y levaduras</i>	Norma ISO 21527-1:2008 Microbiología de los alimentos y de los piensos: determinación de mohos y levaduras	$\leq 10^2 - 10^3$ ufc/m ³ de aire o superficie según tipo de ambiente	0°C	25-30°C	35°C	48-72 h
---------------------------------	---	---	-----	---------	------	---------

Fuente: Elaboración propia

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1.Ubicación del estudio

El estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Ciencias de la Carne (LCC) del campus central de la Universidad Nacional de Agricultura (UNAG), localizada en el Barrio, El Espino, kilómetro 6 carretera que conduce hacia Dulce Nombre de Culmí, Catacamas Olancho.

4.2.Materiales y equipo

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron diversos materiales e insumos que permitieron conocer y comprobar la eficiencia de los productos evaluados para la reducción de microorganismos indicadores y patógenos, mediante análisis microbiológicos. Los materiales e insumos para las pruebas y análisis, fueron suministrados por el Laboratorio de Ciencias de la Carne de la Universidad Nacional de Agricultura y por la empresa Pecuaria Honduras, una compañía con amplia trayectoria en el sector de productos químicos e higiene en la industria cárnica, la cual mostró interés en medir la eficiencia de los productos utilizados y aplicados durante la investigación.

A continuación, en la **Tabla 3**, se muestra el detalle de los materiales, equipos e insumos que se utilizaron durante la investigación.

Tabla 3: Descripción de materiales, insumos y utensilios

Equipo de protección personal	Utensilios	Detergentes y desinfectantes
• Mandiles • Botas • Redecillas • Mascarilla • Guantes estériles • Uniformes	• Escobas • Baldes • Cepillos • Esponjas • Pastes • Agua • Molino • Cutter • Embutidora	• Detergente* • Hipoclorito de calcio. * • Betelene F3 (Detergente espumante) ** • Mida F O A M 261 LC (Detergente espumante ácido)** • Mida SAN 327 BF (Desinfectante espumante antibiofilms) ** • Intercept (Desinfectante terminal de amplio espectro) ** • Mida AIRFUM (Desinfectante fumígeno listo para su uso) **

* Productos usados convencionalmente en LCC

** Productos de base ácida usados para comparación, en esta investigación

4.3. Metodología

Para llevar a cabo este estudio se implementó un enfoque tipo cualitativo-cuantitativo, con el desarrollo de tres etapas, como se presenta en la **ilustración 4:**



Ilustración 4: Descripción de etapas de investigación

4.3.1. Etapa 1: Revisión y verificación de programas prerequisites.

Durante la primera etapa de la investigación se realizó una revisión de los marcos regulatorios internacionales, regionales y nacionales, aplicables sobre los programas prerequisites como las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES). Esta revisión permitió verificar que en el contexto del Laboratorio de Ciencias de la Carne (LCC) se sigue lo establecido en la normativa correspondiente y, además, ayudó a tener una comprensión clara respecto a las cuestiones a revisar y verificar durante la investigación. Uno de los propósitos de esta revisión fue contar con un respaldo normativo que sirviera como fundamento para el desarrollo y mejora de los procedimientos de higiene e inocuidad, asegurando que las actividades que se realizan en el LCC cumplan lo establecido por las autoridades competentes. Así mismo, la revisión de normas, facilitó el reconocimiento de los aspectos que deben ser considerados al momento de actualizar los programas de control que permiten asegurar la calidad e inocuidad del establecimiento de procesamiento

cárnico.

Se llevó a cabo una revisión general de los programas prerequisites vigentes en el LCC, evaluando la aplicación de la Buenas Prácticas de Manufactura conforme lo establecido en el Reglamento Técnico Centroamericano versión 67.01.33:06, así como también los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento en la sala de procesamiento ulterior del establecimiento, esto con el objetivo de verificar los mismos.

En esta etapa se llevó a cabo la verificación diaria de aquellos indicadores que tienen mayor relación con el proceso diario, con el fin de confirmar que su cumplimiento se mantuviera conforme a lo establecido en los programas implementados en el LCC. Los indicadores evaluados fueron:

1. Medición de la concentración de cloro y nivel de pH en el agua de proceso.
2. Control de higiene personal.
3. Inspección pre-operacional diaria de equipo y áreas de proceso.
4. Control de registro diario de limpieza operacional.
5. Medición de temperatura de salas de proceso y cuartos fríos de mantenimiento y congelamiento.
6. Inspección post-operacional.

Después de identificar cuáles eran los indicadores que tenían más relación con el proceso, se procedió a realizar una jornada de capacitación y entrenamiento para actualizar al personal operativo del LCC. Durante las capacitaciones se abordaron temas claves, entre ellos los relacionados con las Buenas Prácticas de Manufactura incluyendo los procedimientos pre operacionales, operacionales y post operacionales. Luego se socializó con el personal los aspectos relacionados al tema de investigación, esto con el objetivo de informarles sobre los nuevos productos y procedimientos de limpieza y desinfección que se implementaron durante la investigación. De igual manera, se llevó a cabo una capacitación donde se actualizó al personal sobre los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento, y más específicamente los utilizados en la sala de procesamiento ulterior de LCC; de esta misma manera se abordó el procedimiento sobre los métodos de limpieza y desinfección de los equipos y utensilios utilizados

durante los procesos de producción, específicamente en molino, cutter y embutidora, que fueron los equipos utilizados como factor de estudio.

4.3.2. Etapa 2: Comparación de efectividad de productos.

Como una prueba inicial, se procedió a entrenar al personal operativo en la sala de deshuese, teniendo como propósito socializar los procedimientos con el nuevo método a utilizar en limpieza y desinfección, utilizando los productos ácidos y esto se llevó a cabo de la siguiente manera:

1. Primero se hizo la aplicación del producto Betelene F3 como un detergente espumante neutro, en una concentración del 1% (10 ml por litro de agua). El producto se dejó actuar por 5 minutos y posteriormente se realizó acción mecánica y por ultimo un enjuague para eliminar residuos del producto.
2. Aplicación del detergente ácido Mida FOAM 261 LC, que es un detergente espumante de base ácida, diseñado para la eliminación de residuos orgánicos e inorgánicos. Se utilizó en una concentración del 1% (10 ml por litro de agua), con un tiempo de contacto de 5 minutos, luego se procedió al enjuague.
3. Finalmente se realizó la desinfección haciendo uso del producto Mida SAN 327 BF que es un desinfectante contra biofilms, utilizado en una concentración del 3% y un tiempo de contacto de 5 minutos y luego se procedió al enjuague.

Esta fase dentro del estudio, se llevó a cabo con el fin de entrenar y dar a conocer al personal operativo, sobre los nuevos insumos de limpieza y desinfección que se iban a estar utilizando durante esta investigación.

Posteriormente como se observa en el **Anexo 2**, se procedió a la comparación de la efectividad de los productos, aplicando los dos métodos de limpieza y desinfección en el área de embutidos. Esto se realizó durante cuatro semanas, con una semana por medio entre cada método, teniendo el cuidado siempre de asegurar que todo el producto estuviese almacenado en el cuarto frio y que el personal contara con la indumentaria correcta.

Para garantizar una mejor validez de los resultados se realizaron pruebas de hisopado con luminómetro antes y después de aplicar los productos, estas pruebas permitieron conocer el nivel inicial de residuos orgánicos presentes en las superficies de los equipos y evaluar la disminución lograda tras el proceso de limpieza y desinfección.

Con el uso del método neutro alcalino (método convencional utilizado en el LCC) se realizó lo siguiente:

1. Recordatorio a operarios sobre los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento.
2. Utilizando únicamente agua, se eliminaron los residuos presentes en las superficies y equipos, para facilitar la acción mecánica de los detergentes.
3. Con el fin de determinar la carga inicial de residuos orgánicos presentes, se procedió a realizar el análisis de hisopado con luminómetro, en las superficies de equipos como ser molino, cutter y embutidora.
4. Luego se hizo la preparación de las soluciones de limpieza y desinfección según las concentraciones indicadas.
5. Se aplicó el detergente en polvo sin aroma, a una concentración de 1.5% equivalente a 15 gramos por litro de agua (siguiendo lo establecido en LCC) y luego se procedió a hacer acción mecánica para desprender residuos orgánicos adheridos a la superficies y equipos.
6. Se realizó un enjuague con agua potable para la eliminación de residuos del detergente.
7. Luego se procedió a la desinfección donde se aplicó hipoclorito de calcio en toda el área de trabajo, 0.03% equivalente a 32 gramos por 106 litros de agua, asegurando una buena cobertura de superficies y equipos.
8. Una vez finalizada la limpieza y desinfección, se repitió el análisis de hisopado con luminómetro para evaluar la reducción de residuos orgánicos.

Con el uso del método ácido (procedimiento nuevo a utilizar) se llevó a cabo lo siguiente:

1. Entrenamiento al personal sobre el uso de los nuevos productos.
2. Eliminación de residuos utilizando únicamente agua.
3. Análisis de hisopado con luminómetro en las superficies de equipos como ser molino, cutter y embutidora con el fin de determinar la carga inicial de residuos orgánicos

presentes.

4. Preparación de las soluciones de limpieza y desinfección.
5. Se utilizó Betelene F3 que es un detergente espumante neutro, en una concentración del 1% (10 ml por litro de agua) con un tiempo de contacto de 5 minutos.
6. Posteriormente se realizó acción mecánica para desprender los residuos orgánicos adheridos y se efectuó un enjagüe para eliminar residuos de producto.
7. Luego se aplicó Mida FOAM 261 LC siendo un detergente espumante de base ácida para la eliminación de residuos orgánicos e inorgánicos, en una concentración del 1% (10 ml por litro de agua), con un tiempo de contacto de 5 minutos y se hizo un enjagüe para eliminar residuos del producto.
8. Se utilizó Mida SAN 327 BF siendo un desinfectante contra biofilms, en una concentración del 3% (30 ml por litro de agua), con un tiempo de contacto de 5 minutos y se hizo un enjagüe para eliminar residuos del producto.
9. Luego se utilizó, Intercept como un segundo desinfectante de amplio espectro, en una concentración del 0.5% (5 ml por litro de agua).

4.3.3. Etapa 3: Validación de productos mediante análisis microbiológicos.

4.3.4. Toma de muestras en superficie

Como se puede observar en el **Anexo 3**, la toma de muestras se realizó en las superficies del molino, embutidora y cutter, con el propósito de evaluar la presencia de microorganismos indicadores o patógenos en el área de embutidos. Este proceso se llevó a cabo con los análisis realizados por un laboratorio comercial, proveído por la empresa Pecuaria Honduras y la Universidad Nacional de Agricultura (UNAG).

Para la recolección de las muestras se usaron hisopos y esponjas estériles; las muestras con esponja se utilizaron para identificar *Listeria monocytogenes*, haciendo uso del medio de enriquecimiento

UVM (University of Vermont Medium). Para la identificación de Aerobios mesófilos y *Escherichia coli* se hizo mediante hisopos haciendo uso del caldo Letheen.

Procedimiento de toma de muestra:

1. Para la toma de muestras con esponja se delimitó un área específica en cada equipo, luego se humedeció la esponja en el medio estéril y se frotó en movimientos horizontales y verticales para asegurar una cobertura completa. Luego la esponja se colocó en una bolsa estéril rotulada para su respectivo traslado al laboratorio.
2. Para la toma de muestras con hisopos, se frotó el hisopo estéril sobre el área delimitada de cada superficie, asegurando un contacto total y se depositó el hisopo en el tubo con el medio de cultivo correspondiente, para su respectivo análisis.

Las muestras recolectadas fueron trasladadas al laboratorio donde se realizaron los respectivos análisis microbiológicos para determinar la presencia o ausencia de *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* y Aerobios mesófilos en las superficies del molino, embutidora y cutter.

4.3.5. Toma de muestras para análisis de ambiente

La toma de muestras se realizó en la sala de embutidos, en donde se considera que hay tránsito adecuado y ventilación, lo que podría visualizarse con una mejor evaluación de la dispersión de microorganismos, esto puede observarse en la imagen del **Anexo 5**. En este estudio, los microorganismos que se tomaron en cuenta fueron Mohos y levaduras.

Se realizaron dos muestreos, uno durante la primera semana y otro en la cuarta semana con el objetivo de evaluar la efectividad del desinfectante de ambiente MIDA AIRFUM. Para la toma de muestras se hizo uso de un muestreador de aire MAS-100NT®, el cual se colocó en el centro de la sala. Sobre el muestreador se colocaron las placas de cultivo correspondientes, se esperó alrededor de 30 segundos para permitir que la placa absorbiera los microorganismos presentes en el aire. Este modelo está diseñado para el control preciso del flujo y volumen de aire aspirado,

aunque no cuenta con sensores para registrar temperatura o humedad, por lo que estas variables no fueron medidas durante el muestreo

Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente mediante un Análisis de Varianza (ANOVA), haciendo uso del programa estadístico InfoStat, considerando un nivel de significancia del 5% ($p \leq 0.05$), con el objetivo de identificar si existen diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a su eficiencia en la reducción de carga microbiana.

Tabla 4: Tratamientos y repeticiones

Tratamientos	Repeticiones por tratamiento	Muestras	Microorganismos a evaluar
T1(Método convencional con uso de Detergente sin aroma Cloro HTH)	T1R1	M1	<i>Listeria</i>
		Molino	<i>monocytogenes,</i>
		M2	<i>Escherichia coli,</i>
	T1R2	Embutido	Aerobios
		ra	mesófilos
		M3	
T2 (Productos con agentes limpieza ácidos como Mida FOAM 261 LC, y un alcalinos Betelene F3, más desinfectantes Mida SAN 327 BF y Intercep.	T2R1	Cutter	
		M1	<i>Listeria</i>
		Molino	<i>monocytogenes,</i>
	T2R2	M2	<i>Escherichia coli,</i>
		Embutido	Aerobios
		ra	mesófilos
	T2R1	M3	
		Cutter	
	T2R2	M1	<i>Listeria</i>
		Molino	<i>monocytogenes,</i>
		M2	<i>Escherichia coli,</i>
	T2R2	Embutido	Aerobios
		ra	mesófilos

M3 Cutter

En el caso de mohos y levaduras la lectura o conteo se realizó directamente con una sola medición en la primera semana y otra medición en la cuarta semana comparando los datos entre resultados.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1.Etapa 1: Revisión y verificación de programas prerequisites

Durante esta etapa se revisaron los Programas BPM y POES aplicados en el Laboratorio de Ciencias de la Carne (LCC) y las normativas pertinentes aplicables. Esta revisión permitió conocer los lineamientos que deben cumplirse y sirvió como base para evaluar los procedimientos existentes.

A partir de esto se consideraron seis indicadores que mantienen una relación más directa sobre el proceso y sala de embutidos como ser: Medición de la concentración de cloro y nivel de pH en el agua de proceso, Control de higiene personal: Aseo general, uñas/manos, cabello/gorro, vestimenta, mascarilla, sin accesorios, botas, mandil, casilleros (presencia de alimentos y si están limpios y ordenados), Inspección pre-operacional diaria de equipo y áreas de proceso, Control de registro diario de limpieza operacional, Medición de temperatura de salas de proceso y cuartos fríos de mantenimiento y congelamiento, Procedimiento de limpieza post operacional.

Se impartió capacitación al personal como retroalimentación, sobre todo en cuanto al control de los seis indicadores antes mencionados y cómo estos se relacionan o influyen en cada programa vigente establecido en LCC, como se pueden mostrar en la **Tabla 5**.

Tabla 5: Programas de BPM vigentes en el LCC

N°.	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 pre-operacional.	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.	
9	Programa de control y manejo de productos químicos.	
10	Programa de prerequisites quejas de clientes.	
11	Programa de prerequisites 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.	
18	Programa de limpieza post operacional	x

Fuente: Elaboración propia

Para conocer cómo se están aplicando las Buenas Prácticas de Manufactura dentro de los procesos se tomaron en cuenta seis indicadores que reflejan el trabajo diario dentro del LCC, cada indicador se evaluó según criterios o parámetros que ayudaron a identificar que tan bien se están cumpliendo las practicas establecidas y en qué aspectos es necesario reforzar las acciones para mantener un ambiente limpio y seguro durante los procesos.

Tabla 6: Indicadores, criterios y parámetros

Numero	Indicador	Criterio/ Parámetro
1	Medición de la concentración de cloro y nivel de pH en el agua de proceso	pH y cloro
2	Control de Higiene Personal: Aseo general, uñas/manos, cabello/gorro, vestimenta, mascarilla, sin accesorios, botas, mandil, casilleros (presencia de alimentos y si están limpios y ordenados).	A/NA
3	Inspección preoperacional diaria de equipo y áreas de proceso: Balanzas, carretillas, bugguies, bandejas, cutter, embutidora, estantes, lavamanos, pared, piso, techo, cortinas, inyectora automática, mesas de trabajo, tablas de durazan, mezcladora, molino, rebanadora, recipientes para desechos, tumbler.	A/NA
4	Control de registro diario de limpieza operacional	A/NA
5	Medición de temperatura de salas de proceso y cuartos de mantenimientos	Cuarto de canales (0 A 10°C). Sala de desposte (<12°C)

		Sala de deshuese (<12°C) Cuarto frío de mantenimiento (0 a 7°C) Cuarto frío de productos en proceso (<0°C) Sala de producción (Embutidos) (<12°C) Cuarto de congelamiento de producto terminado (<0°C)
6	Procedimiento operacional	post-

Fuente: Elaboración propia

Durante la revisión de los programas se identificaron algunas oportunidades de mejora, por lo que se procedió a realizar las sugerencias necesarias para definir acciones correctivas, comunicando al responsable del área de inocuidad, esto con el propósito de asegurar la adecuada implementación y el cumplimiento de cada uno de los programas establecidos en LCC.

5.2. Análisis de hisopado con luminómetro

Se realizó un análisis de superficie de los equipos de procesamiento como ser molino, cutter y embutidora mediante hisopado y medición con luminómetro, con el objetivo de comparar la eficacia de los dos métodos de limpieza y desinfección utilizados, tal como se había planteado utilizando el método convencional y el método alternativo basado en productos ácidos.

La evaluación se llevó a cabo antes y después de aplicar cada uno de los métodos de limpieza. Para el procedimiento, se utilizó un hisopo especial que contiene su reactivo. Una vez recolectada la muestra, el hisopo se introdujo en su estuche, el cual contiene el reactivo, el estuche se agito suavemente para permitir la mezcla del reactivo con la muestra, posteriormente, se insertó el estuche en el luminómetro, se activó el dispositivo y después de un tiempo de espera de 10 segundos se obtuvo el resultado expresado en unidades relativas de luz indicador del nivel de contaminación orgánica presente en la superficie muestreada.

Aunque en esta investigación no se utilizó agua peptonada como diluyente para los hisopos, es importante mencionar que la literatura reconoce el agua peptonada como un medio adecuado para favorecer la liberación del material recolectado, debido a su pH tamponado y a su composición libre de ATP interferente (Bulut, s.f.; Carrick, 2001). Así mismo, proveedores especializados como Agrobiotec, dedicados a equipos e insumos para luminometría recomiendan el uso de diluyentes neutros para optimizar la sensibilidad de este tipo de análisis.

Tabla 7: Monitoreo de ATP con luminómetro T1R1 y T2R1

Análisis con hisopado de luminómetro en sala de embutidos		
Método neutro alcalino T1 R1		
Fecha: 29/07/2025		
Superficie Muestreada	Resultado Antes(URL*)	Resultado Después
Molino	9826	2131
Cutter	19673	13523
Embutidora	13362	8744
Análisis con hisopado de luminómetro en sala de embutidos		
Método ácido T2 R1		
Fecha: 05/08/2025		
Superficie Muestreada	Resultado Antes	Resultado Después
Molino	57,818	1,025
Cutter	12,484	2,209
Embutidora	12,660	649

URL: Unidades Relativas de Luz

Como se observa en la Tabla 7, el análisis de hisopado con luminómetro evidenció diferencias claras entre los métodos evaluados como ser el método neutro alcalino (T1R1) que mostró una reducción moderada en los valores de URL, mientras que el método ácido (T2R1) presentó una disminución más notable alcanzando valores más cercanos al rango aceptable (<200 URL). Sin embargo, estos valores continúan siendo no aceptables, ya que permanecen por encima del límite

requerido para garantizar condiciones higiénicas óptimas en superficies de contacto con el alimento. Estas tendencias coinciden con lo descrito en la literatura, donde nos señala que los detergentes basados en ácido fosfórico como ser el Mida FOAM 261 LC, poseen una elevada capacidad desincrustante para remover residuos orgánicos e inorgánicos en superficies de acero inoxidable (Unidad Química, 2024). Además, diversos estudios explican que la matriz extracelular de los biofilms actúa como una barrera que limita la penetración de los desinfectantes convencionales, sin embargo, los agentes ácidos combinados con tensioactivos pueden desestabilizar dicha estructura, favoreciendo la remoción de microorganismos adheridos (Bonneville et al., 2020; Alsuwat et al., 2025).

Tabla 8: Monitoreo de ATP con luminómetro T1R2 y T2R2

Análisis con hisopado de luminómetro en sala de embutidos	
Método neutro alcalino T1 R2	
Fecha: 12/08/2025	
Superficie Muestreada	Resultado en URL Después
Molino	497
Cutter	741
Embutidora	982
Análisis con hisopado de luminómetro en sala de embutidos	
Método ácido T2 R2	
Fecha: 19/08/2025	
Superficie Muestreada	Resultado Después
Molino	19134
Cutter	416
Embutidora	633

Los resultados de luminometría obtenidos en esta etapa se alinean con el principio técnico de la medición de ATP, donde los valores inferiores a 200 URL indican superficies adecuadas higiénicas, dado que el ATP refleja directamente la presencia de residuos orgánicos y células microbianas, una disminución evidente después del proceso de limpieza confirma la eficacia del método aplicado, en el caso del T2R2 como ser el método neutro alcalino se observó una reducción general de los valores de URL en las superficies evaluadas. Sin embargo, en el T2R2 basado en

productos ácidos, se presentó una variación en los resultados mientras que en el cutter y la embutidora mostraron reducciones adecuadas el molino reflejó una menor eficacia, esta falta de uniformidad podría estar relacionada a que el método no se aplicó de manera totalmente uniforme o a que la acción mecánica durante la limpieza fue insuficiente en la superficie.

5.3. Análisis de superficie

El análisis microbiológico de superficie se realizó en los equipos: molino, embutidora y cutter con el propósito de evaluar la eficacia de los productos de limpieza y desinfección; durante las pruebas se analizaron *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* y Aerobios mesófilos, sin embargo, en todas las muestras se obtuvo ausencia de *Listeria monocytogenes* y *Escherichia coli*, por lo que los resultados presentados corresponden únicamente a Aerobios mesófilos. Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis estadístico mediante ANOVA para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos métodos de limpieza y desinfección.

Tabla 9: Análisis de superficie de molino (Aerobios mesófilos)

Molino	
Tratamiento	Medias
T2	1.00±1.00 ^A
T1	7.00±1.00 ^A

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

En el caso del molino, los recuentos de Aerobios mesófilos permiten evaluar la calidad de la limpieza, ya que estos microorganismos suelen aparecer cuando quedan residuos orgánicos o la desinfección no es del todo efectiva, ambos métodos lograron mantener la superficie dentro del límite microbiológico permitido para Aerobios mesófilos el cual es de 0-10 ufc/cm², aunque en la **Tabla 9** no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, el método ácido (T2) mostro valores más bajos que el método neutro alcalino (T1), lo que sugiere un mejor desempeño en la reducción microbiana. Esta tendencia coincide con estudios que señalan

que los agentes ácidos ayudan a desprender la materia orgánica adherida evitando que funcione como base para el crecimiento de microorganismos (Madigan et al., 2015).

Tabla 10: Análisis de superficie de embutidora (Aerobios mesófilos)

Embutidora	
Tratamiento	Medias
T2	0.00±0.35 ^A
T1	3.50±0.35 ^B

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

En la embutidora se notó una clara diferencia entre los tratamientos, ya que el T2 logró eliminar completamente la presencia de microorganismos Aerobios mesófilos, mientras que con el T1 si hubo un crecimiento considerado. En este caso si presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, lo que confirma que el método ácido resultó en estas condiciones, ser más eficaz en la limpieza y desinfección del equipo. Con el resultado obtenido en este estudio, bajo las mismas condiciones, podría ayudar a demostrar que los productos de base ácida ofrecen una mejor acción sobre los residuos orgánicos y ayudan a mantener equipos como la embutidora en condiciones más higiénicas.

Tabla 11: Análisis de superficie de cutter (Aerobios mesófilos)

Cutter	
Tratamiento	Medias
T2	0.00±0.71 ^A
T1	1.00±0.71 ^A

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

En el cutter los resultados mostraron que ambos tratamientos lograron mantener bajos niveles de microorganismos de Aerobios mesófilos cumpliendo con el límite permitido para superficies en contacto con el alimento (0-10UFC/cm²), aunque no se encontraron diferencias significativas entre ellos, el tratamiento ácido presentó valores ligeramente menores. En general, ambos tratamientos resultaron eficaces, pero el tratamiento ácido ofreció un mejor desempeño al mantener la superficie del cutter en buenas condiciones higiénicas después de la limpieza.

5.4. Análisis de ambiente

Tabla 12: Análisis microbiológicos de ambiente

Análisis de ambiente		
	<i>Mohos</i>	<i>Levaduras</i>
T1	98 UFC/cm ³	126 UFC/cm ³
T2	0 UFC/cm ³	3 UFC/cm ³

En el análisis de ambiente se observó una diferencia clara entre los tratamientos ya que con el método convencional (T1) se obtuvieron recuentos elevados de mohos y levaduras, reflejando la carga microbiana natural presente en el área de embutidos, sin embargo, al aplicar el desinfectante fumígeno Mida AIRFUM en el T2, la reducción fue prácticamente total, con ausencia de mohos y solo una mínima presencia de levaduras este comportamiento coincide con lo que señala la literatura que los desinfectantes de aplicación aérea son especialmente útiles para controlar hongos en espacios donde la limpieza manual no siempre logra alcanzar todos los rincones, sobre todo en lugares con poca ventilación o humedad acumulada (Pouris et al., 2024). Además, la ficha técnica del producto destaca su eficacia fungicida sin añadir humedad al ambiente, lo que favorece una desinfección más completa y segura.

VI. CONCLUSIONES

Con la verificación de los programas prerequisites se confirmó el cumplimiento de las BPM Y POES en LCC, lo que es esencial para asegurar condiciones higiénicas adecuadas y apoyar la eficiencia de los métodos de limpieza y desinfección, su aplicación constante ayuda a mantener un entorno más ordenado, limpio y seguro.

El método de limpieza y desinfección con productos ácidos mostró una mayor eficacia en la reducción de la contaminación orgánica y microbiana reflejados en los valores de luminometría que se acercaron más al rango aceptable (<200 URL), y en recuentos microbiológicos inferiores a los límites permitidos en las superficies evaluadas.

El método ácido utilizado como alternativa, mostró resultados positivos sobre todo en equipo como la embutidora, logrando niveles ideales de limpieza. Este comportamiento podría demostrar que se pueden conseguir condiciones sanitarias apropiadas para procesar alimento siempre y cuando se respetan los procedimientos establecidos y los tiempos de contacto del producto en las superficies, como lo indica el fabricante.

Aunque el método neutro alcalino tuvo un rendimiento adecuado, este fue menos eficaz que el método ácido comparándolo numéricamente.

En general los resultados logrados demuestran que un sistema de limpieza bien organizado, basado en protocolos estandarizados, supervisión continua y verificación microbiológica ayuda directamente a asegurar la inocuidad en la planta procesadora de carnes.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar revisando estos programas de manera periódica y fortalecer la capacitación del personal para que cada uno comprenda su importancia y pueda aplicar los procedimientos con seguridad y responsabilidad.

Así mismo, se recomienda asegurar que se cumplan los procedimientos estandarizados de limpieza y desinfección para garantizar que se ejecutan de manera correcta y así garantizar la calidad del producto.

Revisar de que el sistema de abastecimiento de agua, especialmente la cisterna cumpla con los estándares de calidad e inocuidad requeridos y que se le dé el mantenimiento adecuado según este establecido en el programa.

VIII. BIBLIOGRAFÍAS

Alsuwat, A.; Alharbi, M.; Almalki, A.; et al. 2025. Biofilm structure and microbial persistence: mechanisms and implications. Journal of Microbial Systems. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.micsys.2025.100234>

BETELGEUX S.L. 2018. Ficha técnica: BETELENE® F3 detergente líquido neutro, concentrado y espumante, diseñado para uso general en la industria alimentaria (Versión 18-011). Ador, Valencia, España. Disponible en: <https://www.scribd.com/document/471621081/IT-BETELENE-F3-18-011>

Betelgeux S.L. 2021. QUACIDE® BF31 – Producto para la eliminación de biofilms. Ficha técnica. Ador, Valencia, España. Disponible en: <https://www.glasschemicals.net/ClientSite/glasschemicals/Imagenes/articulos/A1451123.pdf>

Betelgeux S.L. 2023. Ficha técnica: Mida Airfum – desinfectante de aplicación aérea. España. Betelgeux – Christeysns. Disponible en: <https://www.christeysns.com/wp-content/uploads/2023/02/FT-MIDA-AIRFUM-BETELGEUX.pdf>

BETELENE. 2023. Ficha técnica. España. Disponible en: <https://betelene.com/wp-content/uploads/2023/02/BETELENE-F3-Ficha-Tecnica.pdf>

Bonneville, S.; Dupont, C.; Lambert, A.; et al. 2020. Biofilm resistance to disinfectants: mechanisms and structural barriers. Journal of Applied Microbiology. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jam.14567>

Bulut, M. 2001. Swab analysis: importance and applications in hygiene. DergiPark Academic. Turquía. Disponible en: <https://dergipark.org.tr>

Christeysns/Betelgeux S.L. 2023. *MIDA AIRFUM – Desinfectante fumígeno listo para su uso. Ficha técnica*. Ador, Valencia, España. Disponible en: https://www.christeysns.com/EN/TDS/MIDA%20AIRFUM%20-%202023-09-01_v3.0_EN_tds.pdf

Fleet, G. H. 2011. Yeasts in foods and beverages: impact on product quality and safety. Current Opinion in Biotechnology, 22(2): 145–153. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17275276/>

Genética. 2024. Intercept 1 L. Bimeda. Disponible en: <https://genetica.com.gt/productos-veterinarios/desinfectantes/intercept-1-l/>

HTH – Innovative Water Care. 2021. HTH® Calcium Hypochlorite. Ficha técnica / Safety data sheet. Alpharetta, GA, USA: Innovative Water Care, LLC. Disponible en: <https://www.hth-pro.com/uploads/7/6/9/4/76946485/>

IPSA (Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria). 2006. Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.33:06. Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas prácticas de manufactura. Principios generales. Managua, NI: COMIECO – OIRSA – SICA. Disponible en: <https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC071604/>

Kohn, L. M. 2019. Moulds and their impact on food safety. *Journal of Food Protection*, 82(4): 601–610.

Madigan, M.; Bender, K.; Buckley, D.; Sattley, W.; Stahl, D. 2015. *Brock Biology of Microorganisms*. 14ª ed. Pearson. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-397048-0.00001-0>

Lariansa. 2021. Hoja de seguridad del detergente en polvo sin aroma. Tegucigalpa, HN: Lariansa S.A. de C.V. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/525748161/Hoja-de-seguridad-detergente-en-polvo-Sin-Aroma>

OIRSA. 2020. Guía técnica para la aplicación de los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES) en establecimientos de alimentos. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. Disponible en: <https://web.oirsa.org/inocuidad-de-los-alimentos>

Oliulla, M.; Fernández, J.; Ribeiro, A.; et al. 2024. Bacterial biofilm formation: mechanisms, stages and implications in food environments. *International Journal of Food Microbiology*. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2024.110567>

Pouris, C. J., et al. 2024. Fungal contamination in food processing environments: impact and control strategies. *Applied Sciences*, 14(12): 5046. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/14/12/5046>

Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.33:06. 2006. Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas prácticas de manufactura. Principios generales. FAO. Recuperado de <https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC071604/>

RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano). 2009. RTCA 67.06.55:09. Productos de limpieza y desinfección de uso industrial: requisitos sanitarios. Consejo de Ministros de Integración Económica (COMIECO). Disponible en:

<https://www.sic.gob.gt/sites/default/files/2021-08/RTCA%2067.06.55-09.pdf>

Riesute, R., et al. 2021. Effect of yeasts on food quality and safety: a review. *Food Control*, 126: 108033. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224420306968>

Sanchis, C., & Arnedo, A. 2022. Importancia de las prácticas de higiene y manipulación en matadero de porcino para la salud pública. *Nereis: Revista Iberoamericana Interdisciplinar de*

Métodos, Modelización y Simulación, 14: 143–156. Universidad Católica de Valencia. Disponible en: <https://riucv.ucv.es/handle/20.500.12466/1899>

Unidad Química. 2024. MIDA FOAM 261 LC – Pinaran Espuma 22 kg. Christeyns. Disponible en: <https://unidadquimica.com/es/detergente-acido/5072->

SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria). 1995. Norma Técnica Nacional para la Calidad del Agua Potable (Acuerdo No. 184-95). Tegucigalpa, Honduras. Disponible en: <https://senasa.gob.hn/wp-content/uploads/2023/03/Acuerdo-No.-184-95.-Norma-tecnica-para-la-calidad-de-agua-potable..pdf>

USDA (United States Department of Agriculture). 2003. Thermal inactivation of molds and yeasts in food products. Agricultural Research Service. Disponible en: <https://www.ars.usda.gov/ARSEUserFiles/60701000/FoodSafetyPublications/p328.pdf>

Walker, S. J., Archer, P., & Banks, J. G. 1990. Growth of *Listeria monocytogenes* at refrigeration temperatures. *Journal of Applied Bacteriology*, 68(2), 157–162. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2108109/>

Wilks, S. A., Michels, H., & Keevil, C. W. 2005. The survival of *Escherichia coli* O157 on a range of metal surfaces. *International Journal of Food Microbiology*, 105(3), 445–454. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/7514244_The_survival_of_E_coli_O157_on_a_range_of_metal_surfaces

ANEXOS

Anexo 1: Capacitación al personal sobre el uso de insumos de limpieza y desinfección



Anexo 2: Aplicación de insumos de limpieza y desinfección



Anexo 3: Muestreo microbiológico de superficie



Anexo 5: Aplicación del desinfectante de ambiente Mida Aifum



Anexo 4: Análisis microbiológicos de ambiente

