

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



EVALUACION MICROBIOLÓGICA EN UNA PLANTA PROCESADORA DE
EMBUTIDOS EN LA ZONA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR.

TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION
PRESENTADO POR:

ANGEL ANTONIO MORALES ZAVALA

PARA OPTAR AL GRADO DE:

LICENCIADO EN QUIMICA Y FARMACIA

ENERO, 2023

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

MAESTRO ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DECANA

LIC. REINA MARIBEL GALDAMEZ

SECRETARIA

LICDA. EUGENIA SORTO LEMUS

DIRECCION DE PROCESOS DE GRADO

DIRECTORA GENERAL

MSC. Ena Edith Herrera Salazar

TRIBUNAL EVALUADOR

ASESORA DE AREA EN MICROBIOLOGIA

Dra. Tania Ethel Cuadra Zelaya

**ASESORA DE AREA EN CALIDAD DE PRODUCTOS FARMACEUTICOS Y
COSMETICOS**

Msc. Zenia Ivonne Arévalo de Márquez

DOCENTE ASESOR

Msc. Coralía de los Ángeles González

AGRADECIMIENTOS

Este logro en mi vida esta principalmente dedicado a mi madre la Profesora Rhina Elizabeth Zavala Ascencio, ya que, gracias a su apoyo, esfuerzo, dedicación, y sacrificio ha logrado sacar adelante a mi hermano y a mí, haciendo que lleguemos a ser profesionales. Gracias a ella he culminado uno de los tantos proyectos que tengo planteado en mi vida. Además, gracias a ella logré aprender el camino que he de seguir en mi vida implementado cualidades como: resiliencia, perseverancia, humildad y honestidad.

A mi tía Dra. Maureen Madeline Zavala Ascencio por ser mi guía espiritual, ayudándome, apoyándome en mi búsqueda del saber y haberme permitido conocer parte del basto mundo que me rodea, haciéndome ver que dicho mundo no es solo lo que vemos hasta el horizonte, ya que lo esencial es invisible a los ojos, de esta forma ella fue mi bastión para poder elucidar el camino que deseo recorrer en mi vida profesional, académica y personal haciéndome mejorar en mi calidad humana buscando mi plenitud personal.

A mi familia por siempre estar pendiente de mí, apoyándome y aconsejarme en todas las etapas de mi vida, en especial a mi abuela María Elena Ascencio de Zavala por ser uno de los pilares de mí vida dándome el amor que siempre necesité como nieto.

A mis amigos por siempre estar de mi lado en la toma de decisiones y me han dado valía en las ocasiones que he dudado de mí mismo. A mi mejor amigo el Abogado Mario Isaías Molina Quintanilla ya que desde la infancia hemos estado juntos, de todas las aventuras que hemos tenido la mejor ha sido crecer juntos, madurar como personas y darnos cuenta de que las grietas en la historia no silencian las razones de aquellos que llevamos un nuevo mundo en nuestros corazones.

INDICE GENERAL

	Pág. N°
RESUMEN	
CAPITULO I	16
1.0 INTRODUCCION	XVII
CAPITULO II	19
2.0 OBJETIVOS	20
CAPITULO III	21
3.0 MARCO TEORICO	22
3.1. CALIDAD ALIMENTARIA	22
3.2. INOCUIDAD ALIMENTARIA	22
3.3. Generalidades sobre alimentos cárnicos	23
3.3.1. Generalidades sobre Embutidos	24
3.3.2. Clasificación de los embutidos según su procesamiento	26
3.4. Estrategias aplicables para la gestión de calidad.	27
3.4.1. Influencia de la temperatura en los embutidos	28
3.4.2. Principios generales para el uso de aditivos	28
3.5. Generalidades sobre la elaboración del chorizo de tuza	30
3.6. Normativas que regulan la calidad microbiologica de embutidos.	32
3.7. Enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs)	34
3.8. Microorganismos causantes de enfermedades de trasmision alimentaria a nivel mundial	36
3.8.1. Coliformes totales	36

3.8.2. <i>Salmonella spp</i> (No tifoidea)	42
3.8.3. <i>Staphylococcus aureus</i> .	46
CAPITULO IV	48
4.0 DISEÑO METODOLÓGICO	49
4.1 Tipo de estudio	49
4.2 Investigación bibliográfica	49
4.3 Investigación de campo	50
4.3.1. Universo y muestra	50
4.4. REQUISITOS DE EQUIPOS, UTENSILIOS Y MANIPULADORES INVOLUCRADOS EN EL PROCESAMIENTO DE LA CARNE	51
4.5 Medios de cultivo, materiales, equipos utilizados en los ensayos	53
4.6 PARTE EXPERIMENTAL	57
4.6.1. Identificación de microorganismos patógenos	57
4.6.1.1. Detección de coliformes totales y <i>Escherichia coli</i>	57
4.6.1.2. Detección de <i>Salmonella spp</i>	59
4.6.1.3. Detección de <i>Staphylococcus aureus</i>	61
4.7 Capacitar al personal en lo referente a la manipulación higiénica en los alimentos	64
CAPITULO V	70
5.0 RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS	71
5.1. Realizar análisis microbiológicos a chorizo de tuza, equipos, y manipuladores	71
5.2. Comparar los resultados obtenidos con las normativas establecidas las cuales son el RTCA 67.50.04.17 y la Norma peruana 467-2017	84
5.3. Dar a conocer los resultados obtenidos a los dueños de la planta procesadora de embutidos con el fin de saber el estado de la instalación.	91

5.4. CAPACITACION AL PERSONAL EN LO REFERENTE A LA MANIPULACION HIGIENICA EN LA PREPARACIÓN DE LOS ALIMENTOS	98
5.4.1. Contenido de la capacitación	98
5.4.2. Verificación de la eficacia de la capacitación	98
CAPITULO VI	99
6.0 CONCLUSIONES	100
CAPITULO VII	101
7.0 RECOMENDACIONES	102
BIBLIOGRAFIA	
ANEXOS	

INDICE DE FIGURAS

Figura N°		Pág. N°
1	Muestra de chorizo de tuza previo al análisis microbiológico.	71
2	Personal preparando la embutidora para ser operada	83
3	Recuento de <i>Escherichia coli</i> en las muestras de chorizo de tuza	92
4	Recuento de bacterias coliformes en mezcladora y embutidora	93
5	Recuento de bacterias coliformes en los guantes de manipuladores de la carne	94
6	Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i> en equipos	95
7	Detección de <i>St. aureus</i> en el guante del manipulador 1	97
8	Detección de <i>St. aureus</i> en el guante del manipulador 2	97
9	Pretratamiento de la muestra de embutidos	124
10	Diagrama de procedimiento de hisopado en superficies o equipos, y guantes de manipuladores	125
11	Recuento de coliformes totales, y <i>Escherichia coli</i> .	126
12	Detección de <i>Salmonella spp.</i>	127
13	Detección de <i>Staphylococcus aureus</i> .	128
14	Ebutidora, recuento obtenido de <i>E. coli</i> en el segundo y tercer muestreo respectivamente.	130
15	Recuento de coliformes obtenido en los muestreos realizados a la embutidor.	131

16	Descripción del correcto lavado de manos según la OMS	132
17	Detección de <i>Staphylococcus aureus</i> en chorizo de tuza	133
18	Recuentos obtenidos en la determinación de <i>Staphylococcus aureus</i> en el segundo y tercer muestreo.	134
19	Muestreo de guantes de manipulador seleccionado	135
20	Detección de <i>Salmonella spp</i> en los chorizos de tuza	136
21	Recuento de <i>E. coli</i> y coliformes en los primeros muestreos de chorizos de tuza	137
22	Gráficos de datos obtenidos en la detección de <i>Salmonella spp.</i> en chorizo de tuza en el muestreo realizado	144

INDICE DE TABLAS

Tabla N°		Pág. N°
1	Métodos de muestreos para superficies.	53
2	Resultados obtenidos de las muestras de chorizo de tuza	85
3	Resultados obtenidos del muestreo de superficies inertes.	88
4	Resultados obtenidos del muestreo de superficies vivas	90
5	Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de Alimentos. Según guía técnica para el Análisis Microbiológico de Superficies vivas e inertes en contacto con Alimentos y Bebidas N° 461-2007, proveniente de las Normas Legales de Perú del Ministerio de Salud.	118
6	Limites microbianos descritos en el RTCA 67.04.50:17	119
7	Tablas de datos obtenidos en la detección de <i>E. coli</i> en chorizo de tuza en el primer muestreo	142
8	Tablas de datos obtenidos en la detección de <i>E. coli</i> en chorizo de tuza en el segundo muestreo	142
9	Tablas de datos obtenidos en la detección de <i>E. coli</i> en chorizo de tuza en el tercer muestreo	143
10	Tablas de datos obtenidos en la detección de <i>E. coli</i> en chorizo de tuza en el tercer muestreo	143

11	Tablas de datos obtenidos en la detección de coliformes en guantes de manipuladores seleccionados en el primer muestreo.	144
12	Tablas de datos obtenidos en la detección de coliformes en guantes de manipuladores seleccionados en el segundo muestreo.	145
13	Tablas de datos obtenidos en la detección de coliformes en guantes de manipuladores seleccionados en el primer muestreo.	145
14	Datos crudos de la detección de <i>Staphylococcus aureus</i> en guantes de manipuladores seleccionados en el primer muestreo	146
15	Datos crudos de la detección de <i>Staphylococcus aureus</i> en guantes de manipuladores seleccionados en el segundo muestreo	146
16	Datos crudos de la detección de <i>Staphylococcus aureus</i> en guantes de manipuladores seleccionados en el tercer muestreo	147
17	Detección de coliformes en la mezcladora y embutidora en el primer muestreo	148
18	Detección de coliformes en la mezcladora y embutidora en el segundo muestreo	148
19	Detección de coliformes en la mezcladora y embutidora en el tercer muestreo	148
20	Detección de <i>Staphylococcus aureus</i> en la mezcladora y embutidora en el primer muestreo	149

21	Detección de <i>Staphylococcus aureus</i> en la mezcladora y embutidora en el segundo muestreo	149
22	Detección de <i>Staphylococcus aureus</i> en la mezcladora y embutidora en el tercer muestreo	150
23	Detección de <i>Staphylococcus aureus</i> en la mezcladora y embutidora en el primer muestreo	151
24	Detección de <i>Staphylococcus aureus</i> en la mezcladora y embutidora en el segundo muestreo	151
25	Detección de <i>Staphylococcus aureus</i> en la mezcladora y embutidora en el tercer muestreo	151

INDICE DE CUADROS

Cuadro N°		Pág. N°
1	Recolección de muestras	56
2	Resultados esperados para microorganismos del género <i>Salmonella spp</i> en los medios de cultivo utilizados	61
3	Características típicas de <i>S. aureus</i> , <i>S. epidermidis</i> .	63
4	Resultados del primer muestreo en la detección de <i>Salmonella spp</i> y <i>Escherichia coli</i> en el chorizo de tuza.	73
5	Resultados de análisis microbiológicos de superficies vivas e inertes en el primer muestreo	75
6	Resultados del segundo muestreo en la detección de <i>Salmonella spp</i> y <i>Escherichia coli</i> en el chorizo de tuza.	76
7	Resultados de análisis microbiológicos de superficies vivas e inertes en el segundo muestreo	78
8	Resultados del tercer muestreo en la detección de <i>Salmonella spp</i> y <i>Escherichia coli</i> en el chorizo de tuza.	80
9	Resultados de análisis microbiológicos de superficies en el tercer muestreo	82

INDICE DE ANEXOS

ANEXO N°

- 1 Clasificación de los productos cárnicos según el RTCA
67.04.50:17
- 2 Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de Alimentos según la
normativa peruana para el Análisis Microbiológico de Superficies vivas
e inertes en contacto con Alimentos y Bebidas N° 461-2007
- 3 Límites microbianos descritos en el RTCA 67.04.50:17
- 4 Materiales y reactivos
- 5 Pretratamiento de la muestra de embutidos
- 6 Diagrama de procedimiento de hisopado en superficies o equipos,
y guantes de manipuladores
- 7 Diagrama de recuento de coliformes totales, y *Escherichia coli*
- 8 Detección de *Salmonella spp.*
- 9 Diagrama de procedimiento: Detección de *Staphylococcus*
aureus.
- 10 CAPACITACIÓN SOBRE MEDIDAS DE HIGIENE A LA PLANTA
PROCESADORA DE EMBUTIDOS
- 11 Tablas de resultados de análisis microbiológicos a chorizos de tuza,
manipuladores y equipos

Resumen

El objetivo de esta investigación es dar a conocer la importancia de las medidas de higiene en la manufactura de alimentos a través de una evaluación microbiológica en una planta procesadora de embutidos en la zona metropolitana de San Salvador. La investigación se desarrolló en el periodo de tiempo comprendido entre los meses de noviembre a diciembre del año 2021. Los análisis realizados fueron hechos a guantes de manipuladores, equipos y chorizos de tuza. Realizando ensayos para la detección de *Salmonella*, y *Escherichia coli*, en producto terminado y el recuento de *Staphylococcus aureus* y bacterias coliformes en guantes y equipos. Al comparar los resultados obtenidos con los límites microbianos se encontraron valores superiores a lo descrito en las normativas indicando que en la instalación existen fuentes de contaminación que inciden en la calidad microbiana del producto terminado

Posteriormente para el cumplimiento de los objetivos planteados en la investigación se capacitó al personal involucrado en la manufactura de los chorizos, en la cual se describió un conjunto de temas los cuales buscan priorizar las medidas de higiene en el proceso de manufactura. Para verificar la eficacia de la capacitación impartida, se aplicó una lista de chequeo y una evaluación escrita dirigida al personal que manipula la carne, con la finalidad de saber si lo expuesto en la charla genera la implementación de medidas de higiene. En conclusión, para evitar que los chorizos estén fuera de especificación es importante la limpieza de la instalación, seleccionar materias primas de calidad y contar un suministro de agua potable de esta forma se puede evitar la proliferación de microorganismos causantes de enfermedades de transmisión alimentaria (ETAs)

CAPITULO I
INTRODUCCION

1.0 INTRODUCCION

En la actualidad la carne representa una importante fracción en la dieta de un salvadoreño común, esta se encuentra en diversas formas, y tamaños además que, sus características fisicoquímicas, microbiológicas, y organolépticas dependen del procesamiento al cual la carne fue sometida, como también por el tipo de animal del cual la carne ha sido obtenida.

Como los embutidos están destinados para el consumo humano, es sumamente importante seleccionar las materias primas de mejor calidad, esto con la finalidad de evitar enfermedades de transmisión alimentarias, que comprometa la salud de los consumidores ya que la calidad en los alimentos cárnicos radica en la presentación de un alimento inocuo y seguro que garantice la salud del consumidor. Por eso es importante la evaluación de los productores locales ya que permite conocer si los alimentos fabricados son seguros para el consumo humano. Bajo este contexto se realizó una evaluación microbiológica de una planta procesadora de embutidos en la zona metropolitana de San Salvador, haciendo un análisis microbiológico que constó en hisopados a equipos, y guantes de manipuladores involucrados en la manufactura del alimento, además de un muestreo de chorizos de tuza. Debido a que el chorizo de tuza es un embutido se tomó de referencia el RTCA 67.04.50:27 el cual clasifica el chorizo de tuza en el grupo 8: sub grupo 8.1: “embutidos no cocidos”, además se toma de referencia la “Guía Técnica para el Análisis Microbiológico de Superficies vivas e inertes en contacto con Alimentos y Bebidas N° 461-2007”, proveniente de las Normas Legales de Perú del Ministerio de Salud. Se realizó la detección de los siguientes microorganismos: coliformes totales, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella ssp*, con lo que se concluye que el alimento y las superficies estudiadas tiene el riesgo de contener estos microorganismos.

Los resultados obtenidos en la investigación fueron comparados con patrones de referencia para verificar si las muestras se encontraban conformes con las normativas vigentes, pero las muestras evaluadas dieron positivas a la detección de *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*, y se encontró ausencia de *Salmonella spp* en las muestras de chorizo de tuza, de igual forma no se recomienda el consumo de los chorizos porque los niveles de *Escherichia coli* superan los límites descritos por la normativa. Tomando en cuenta los resultados se realizó una capacitación al personal dando a conocer la carga microbiana encontrada en las muestras analizadas con el fin de retroalimentar la importancia de las buenas prácticas de manufactura en la elaboración de los embutidos. No obstante, con mejoras en el proceso de producción se podría optimizar la calidad del producto y de esta forma se garantiza evitar las enfermedades de transmisión alimentaria (ETAs). La parte experimental se realizó en las instalaciones del laboratorio de microbiología de alimentos del Centro de Investigación y Desarrollo en Salud (CENSALUD) de la Universidad de El Salvador y tuvo lugar en los meses de noviembre a diciembre del 2021.

CAPITULO II
OBJETIVOS

2.0 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar microbiológicamente una planta procesadora de embutidos en la zona metropolitana de San Salvador.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 2.2.1. Realizar análisis microbiológicos a equipos, superficies, manipuladores y producto terminado.
- 2.2.2. Comparar los resultados obtenidos con el RTCA 67.50.04.17 y la norma peruana 467-2017.
- 2.2.3. Capacitar al personal en lo referente a la manipulación higiénica en los alimentos.
- 2.2.4. Dar a conocer los resultados obtenidos a los dueños de la planta procesadora de embutidos.

CAPITULO III
MARCO TEORICO

3.0 MARCO TEORICO

3.1. CALIDAD ALIMENTARIA

Debido a que hay una gran variedad de factores que inciden en la calidad de un atributo, la calidad como término parece ser que se atribuye como una disciplina y que incide en un sinnúmero de eventos, en casi todas las áreas de la ciencia se habla de ella, y en cada una adquiere su propia definición. Pero esta posee un papel más protagónico cuando se refiere a los procesos de manufactura en alimentos es por esto que la Norma ISO 9000:2000 da una definición bastante amplia: “la calidad es el conjunto de propiedades y características de un producto, de un proceso o de un servicio que le confieren su capacidad de satisfacer necesidades implícitas o explícitas”. De esta forma se hace hincapié en la preeminencia de calidad en los procesos de manufactura en la industria alimentaria ⁽¹⁾

Podemos considerar como definición de “calidad alimentaria” “a la totalidad de las características que diferencian las unidades individuales de un producto y sirven para determinar el grado de aceptabilidad por parte del comprador.” ⁽²⁾

3.2. INOCUIDAD ALIMENTARIA

La inocuidad alimentaria es una característica que asegura la calidad en la producción y elaboración de los productos alimentarios. Garantiza la obtención de alimentos sanos, nutritivos y libres de peligros para el consumo de la población. Un alimento inocuo es una garantía fehaciente que no causará daño al consumidor cuando el mismo sea preparado o ingerido, de acuerdo con los requisitos higiénicos y sanitarios.

De acuerdo con lo establecido por el Codex Alimentarius inocuidad en los alimentos es “la garantía de que un alimento no causará daño al consumidor cuando el mismo sea preparado o ingerido de acuerdo con el uso a que se destine. Los alimentos son la fuente principal de exposición a agentes patógenos, tanto químicos como biológicos (virus, parásitos y bacterias), a los cuales nadie es inmune...” ⁽³⁾. Según lo establece el Codex Alimentarius un alimento se considera contaminado cuando contiene:

- Agentes vivos (virus o parásitos riesgosos para la salud)
- Sustancias químicas tóxicas u orgánicas extrañas a su composición normal y componentes naturales tóxicos en concentración mayor a las permitidas.

La preservación de alimentos inocuos implica la adopción de metodologías que permitan identificar y evaluar los potenciales peligros de contaminación de los alimentos en el lugar que se producen o se consumen, así como la posibilidad de medir el impacto que una enfermedad transmitida por un alimento contaminado puede causar a la salud humana.

3.3. Generalidades sobre alimentos cárnicos

Es bien conocido que una buena alimentación es la única manera de garantizar los requerimientos nutricionales que el cuerpo necesita para el desarrollo óptimo de funciones del organismo y así lograr el mantener una buena salud. La carne ha formado parte de la dieta humana desde la prehistoria y siendo este alimento uno de los que tiene un mayor valor nutricional en la actualidad se pueden presentar en una gran variedad de formas. Como por ejemplo de estos tenemos los embutidos que la principal materia prima para su elaboración es la carne de res, cerdo y de aves. La presentación final para el consumidor deberá estar libre de toda sustancia extraña, ya que para considerarse seguro para el consumo

tomando en cuenta también que su calidad dependerá enormemente del estado original de la carne como del procesamiento al que esta estará sujeta. ⁽⁴⁾

Las particularidades de este producto dependen de un conjunto de factores en el sistema de producción entre estos podemos mencionar, la especie, la raza, la alimentación de los animales, la edad de sacrificio, y los procedimientos para el procesamiento de esta carne. ⁽⁵⁾ Todo esto hace que la carne sea un producto heterogéneo y diverso que permite poner a disposición del consumidor una gran variedad de productos para elegir en el mercado. No resulta sencillo definir los criterios de la calidad para la carne ya que se trata de un producto dinámico, muy diverso que va cambiando en el tiempo ya que no tiene una gran durabilidad.

La carne como tal, es un alimento de origen animal se remonta a épocas milenarias y que, en la actualidad, representa una enorme porción en la alimentación humana, según datos de la FAO se registra que el consumo de carne solo en el año 2005 fue de 44.64kg/habitante esto nos coloca en un contexto global ya que está ligado a una situación de salud mundial, debido a esta demanda es totalmente vital que esta carne no presente problemas en la salud del consumidor es decir sea inocua y a su vez permita suplir los requerimientos nutricionales necesarios en una persona. La evolución de este producto a lo largo de la historia nos lleva a una diversidad de presentaciones en los subproductos de la carne. Los embutidos como uno de los subproductos más representativos de la carne es un procesado a partir de residuos de las partes del animal faenado. ⁽³⁾

3.3.1. Generalidades sobre Embutidos

¿Qué es un embutido?

La OMS (2015) considera carne procesada (embutido) “cualquier tipo de carne que ha sido transformada con salazón, curado, fermentación, ahumado u otros procesos para mejorar el sabor y preservar el alimento” ⁽⁶⁾

Los embutidos son los productos elaborados en base a una mezcla de carne de res y/o carne de cerdo y otros animales de consumo autorizado por el organismo competente, adicionada o no de despojos comestibles, grasa de cerdo condimentos, especias y aditivos alimentarios, uniformemente mezclados, con agregado o no de sustancias aglutinantes y/o agua helada o hielo, introducida en tripas naturales o artificiales y sometida o no a uno o más de los procesos tecnológicos de curado, cocción, deshidratación y ahumado. ⁽⁷⁾

Estos productos son manufacturados a partir de mezclas de carnes que pueden ser de un solo animal o de otros animales de consumo autorizado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), además de grasa del animal, condimentos, especias o aditivos alimentarios, en algunos productos puede llevar o no sustancia aglutinantes. Y toda esta mezcla de elementos es introducida en tripas naturales o artificiales. Dependiendo del proceso de manufactura el producto puede ser sometido por métodos de curado, cocción, deshidratación y ahumado, todo esto con el fin de preservar el alimento ya que al ser de origen animal es un alimento perecedero. La manufactura de los embutidos es una técnica muy antigua la cual tenía como objetivo el máximo aprovechamiento posible de todo el animal faenado posteriormente el arte culinario junto a la implementación de procesos y técnicas de manufactura permitían obtener un alimento con un valor nutricional aceptable además de un sabor y aroma característico.

Los embutidos forman parte de las emulsiones cárnicas, para esto los ingredientes deberán estar triturados o picados al tamaño característico para cada embutido de tal manera que todo este uniformemente mezclado. Estructuralmente, esta emulsión consiste en una matriz de músculo y fibra del tejido conectivo suspendido en un medio acuoso que contiene proteínas solubles como las sarcoplasmáticas y las miofibrilares, también contiene partículas de grasa, que de igual forma actúan como agentes emulsificantes. Es importante

mencionar una serie de factores que afectan la estabilidad de las emulsiones cárnicas, como son: temperatura durante la emulsificación, el tamaño de las partículas de grasa, pH, cantidad y tipo de proteínas solubles presentes y viscosidad de la emulsión. ⁽⁸⁾

3.3.2. Clasificación de los embutidos según su procesamiento

Los embutidos pueden tener una gran cantidad de diferencias entre sí, no obstante, la clasificación más representativa entre todos ellos es la aplicación o no de un tratamiento térmico, de esta forma la NSO: 67.02.13:98 “CARNES Y PRODUCTOS CÁRNICOS. EMBUTIDOS CRUDOS Y COCIDOS” clasifica los embutidos de la manera siguiente ⁽⁹⁾:

- Embutidos crudos, los que pueden ser frescos o madurados:

Son los que en su elaboración no reciben ningún tratamiento térmico pudiendo ser ahumado o no ahumado. ⁽⁹⁾

- Embutidos crudos frescos: son aquellos no se ven sometidos a un tratamiento térmico y tiene un término de durabilidad limitado. En caso de no ser cocinados en su momento para su conservación prolongada es necesaria su congelación.
- Embutidos crudos madurados: son aquellos que en alguna etapa de su procesamiento han sido sometidos a un proceso de maduración o curado, esto con el fin de que lo menos perecedero posible logrando una conservación por un tiempo más prolongado.

- Embutidos cocidos:

Son los que en su procesamiento si reciben un tratamiento térmico que al menos alcanzan temperaturas internas superiores a 65°C, quedando listos para su consumo o posterior almacenamiento en refrigeración. ⁽⁹⁾

3.4. Estrategias aplicables para la gestión de calidad.

La instalación debe de estar acondicionada para elaborar, y preparar alimentos de consumo humano a partir de carne procesada. En este lugar se dan una serie de procesos los cuales tienen como fin la obtención de un alimento, seguro, inocuo, y rentable económicamente. Es donde se producen la variedad tan atractiva de alimentos procesados, que de una u otra forma están presentes en la alimentación cotidiana, la empresa procesadora de alimentos que será sujeta a evaluación en esta investigación es reconocida a nivel municipal. Aquí radica la importancia de la implementación de análisis de puntos críticos en el proceso o HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control) que mantengan la garantía de la calidad e higiene en la manufactura.

Las instalaciones donde se encuentra funcionando la empresa deben ser inspeccionadas periódicamente para garantizar que no existan agentes que potencialmente pudieran tener un impacto adverso sobre el alimento procesado. Las plantas de alimentos de consumo humano deben de regirse bajo el cumplimiento la normativas nacionales y regionales para poder operar libremente.

El Instituto Nacional de Aprendizaje de Costa Rica describe que: “En el establecimiento donde se preparan alimentos es indispensable considerar todas las medidas necesarias para disminuir la probabilidad de contaminación. Estas medidas se conocen como “Buenas Prácticas de Manufactura” (BPM), las cuales definen los criterios de diseño y funcionamiento de los establecimientos, en cuanto a su estructura e higiene” ⁽¹⁰⁾

3.4.1. Influencia de la temperatura en los embutidos

A temperatura de 60°C se da la desnaturalización de las proteínas, también se reduce su solubilidad y se da la coagulación de estas, que es un factor de endurecimiento. Además, la mioglobina que da el color rojo a el alimento también se desnaturaliza y el embutido se torna de color marrón. De 65 a 70 °C hay una ruptura grande de proteínas y el colágeno empieza a convertirse a gelatina. A temperatura de más de 80° C hay muchas reacciones de degradación y disminuye mucho la capacidad de retención de agua, cambian las propiedades organolépticas del alimento y se desarrolla un aroma típico por la producción de ácido sulfhídrico y compuestos azufrados. ⁽⁴⁾

3.4.2. Principios generales para el uso de aditivos ⁽¹¹⁾

El uso de los aditivos es un tema delicado ya que su función realmente es buscar ventajas en el producto sin comprometer la salud del consumidor.

El uso de un aditivo alimenticio debe de ser por alguna de estas razones:

3.4.2.1. Inocuidad de los aditivos alimentarios ⁽¹¹⁾

- a) Únicamente se aprobarán e incluirán los aditivos alimentarios que no presenten riesgos a la salud en las dosis de uso propuestas.
- b) La inclusión de aditivos alimentarios se efectuará cuando el aditivo alimentario se emplee en alimentos destinados a grupos especiales de consumidores (por ejemplo, diabéticos o a personas con regímenes alimenticios) y se debe tomar en cuenta la ingestión diaria del aditivo alimentario por esos consumidores.
- c) La cantidad de aditivo que se añada a un alimento será igual o inferior a la dosis máxima de uso y debe constituir la dosis mínima necesaria para lograr el efecto técnico previsto

3.4.2.2. Justificación del uso de aditivos ⁽¹¹⁾

El uso de aditivos alimentarios está justificado únicamente si ello ofrece alguna ventaja, sin presenta riesgos para la salud de los consumidores, y cumplir las funciones tecnológicas establecidas por el Codex como, por ejemplo:

- a) Conservar la calidad nutricional del alimento.
- b) Proporcionar los ingredientes o constituyentes necesarios para que los alimentos sean seguros para el consumidor.
- c) Garantizar la conservación, la estabilidad o mejorar sus propiedades organolépticas de un alimento, sin alterar la naturaleza, o calidad del alimento de forma que engañe al consumidor.
- d) Proporcionar ayuda en la fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, transporte o almacenamiento del alimento, a condición de que el aditivo no se utilice para encubrir los efectos del empleo de materias primas defectuosas, de prácticas (incluidas las no higiénicas) o técnicas indeseables durante el curso de cualquiera de estas operaciones.

3.4.2.3. Buenas prácticas de fabricación (BPF) ⁽¹¹⁾

Todos los aditivos alimentarios regulados por las disposiciones de esta Norma se emplearán conforme a las condiciones de buenas prácticas de fabricación, que incluyen lo siguiente:

- a) La cantidad de aditivo que se añada al alimento se limitará a la dosis mínima necesaria para obtener el efecto deseado;
- b) El aditivo que no tenga un efecto positivo en el alimento no debe de ser utilizado.
- c) El aditivo será de una calidad alimentaria apropiada, se preparará y manipulará de la misma forma que un ingrediente alimentario.

3.4.2.4. Especificaciones de identidad y pureza de los aditivos alimentarios ⁽¹¹⁾

- a) Los aditivos alimentarios empleados deberán ser de calidad alimentaria y satisfacer en todo momento las especificaciones de identidad y pureza recomendadas por la Comisión del Codex Alimentarius, o bien, en ausencia de tales especificaciones, las especificaciones apropiadas elaboradas por los organismos nacionales e internacionales competentes. Por lo que respecta a la inocuidad, la calidad alimentaria se logra ajustando los aditivos a sus especificaciones durante su producción, almacenamiento, transporte y manipulación en armonía con las BPF.

3.4.2.5. Legislación sobre aditivos ⁽⁴⁾

- CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) establece en Norma Salvadoreña Obligatoria "CARNES Y PRODUCTOS CÁRNICOS. EMBUTIDOS CRUDOS Y COCIDOS" (NSO: 67.02.13:98); que el valor máximo es 125 mg/Kg para nitritos y nitratos, expresados como nitritos de sodio. Cantidad limitada por las prácticas correctas de fabricación.
- El documento en discusión de Reglamento Técnico Centroamericano. (RTCA 67.04.54:10). "Alimentos y bebidas procesadas. Aditivos alimentarios." Establece los aditivos alimentarios y sus límites máximos permitidos en las diferentes categorías de alimentos.

3.5. Generalidades sobre la elaboración del chorizo de tuza ⁽⁴⁾

Este embutido se elabora a base de una mezcla que tiene como constituyente principal es carne de cerdo, y en menor proporción res o de aves de corral, grasa de cerdo, sustancias aglutinantes, aditivos alimentarios, hortalizas y vegetales

crudos. Posteriormente se procede a empacarlo con fibras de colágeno comestible y se realiza la separación de las unidades a través del característico trozo de tusa. Posteriormente su empaqueo en una bolsa de plástico debidamente sellada y siendo almacenado el producto en refrigeración. Este tipo de alimento al ser un embutido crudo el RTCA lo clasifica en el grupo 8: Carne y Productos cárnicos, específicamente en el subgrupo 8.1: Productos cárnicos crudos empacados. (Ver Anexo N°1 Clasificación de los productos cárnicos según el RTCA 67.04.50:17)

Descripción del proceso de preparación de chorizo de tuza

- Limpieza área de trabajo y utensilios.
Lavado de mesa de trabajo, cuchillos, tabla de corte, molino cárnico, amarradora y embutidora. Con jabón para platos y mascón reutilizable.
- Formulación cárnica.
Corte y pesaje de carnes de cerdo, grasa animal (bovina) y CDM (Carne de pollo Mecánicamente Deshuesada) para la formulación cárnica a utilizar.
- Pesaje de condimentos.
Pesaje de los diferentes ingredientes (soya, harina, condimentos) que darán sabor, color y consistencia al producto
- Mezclado 1
Incorporación de condimentos y vegetales frescos (chile verde, cebolla y hierbas aromáticas) a la base cárnica para obtención de una mezcla homogénea.
- Molido.
Paso de la mezcla homogénea a través de un molino cárnico, para picar los diferentes ingredientes y obtener así una mezcla más homogenizada y desmenuzada.
- Mezclado 2.

Mezclado manual de la masa obtenida para lograr una mejor integración de los ingredientes y la obtención de una pasta manejable.

- Embutido.

Colocación de la pasta en una embutidora cilíndrica, para forzar el paso de esta, a través de una tripa de colágeno, comestible.

- Amarre.

Consiste en la formación y separación de unidades, mediante un trozo de tuza, para formar chorizos.

- Empaque

Colocación de los chorizos en bolsas de plásticas o bandejas desechables. (Ambas presentaciones constan de 30 unidades)

- Almacenamiento.

Resguardo del producto terminado en cámara frigorífica. (4-5°C)

3.6. Normativas que regulan la calidad microbiológica de embutidos.

La finalidad de las normativas a nivel nacional o regional es poder realizar una adecuada regulación respecto a la manufactura de alimentos para consumo humano, esto con el fin de mantener la eficiencia y procesamiento del alimento bajo los estándares de calidad establecidos por las entidades sanitarias competentes. De esta forma la legislación busca dar lineamientos a seguir para mantener a los alimentos en los límites microbianos a manera de presentar un alimento seguro para el consumo. En este apartado se hace referencia a las entidades responsables de mantener los estándares de calidad según el marco regulatorio y las normativas que sirvieron de referencia para esta investigación, las normativas tomadas de referencia son:

- El RTCA 67.04.50:17 “Alimentos, criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos.” Hace referencia a los lineamientos que se deben de cumplir en el alimento para considerarse apto para el consumo humano catalogando a su

vez a los alimentos por grupos y subgrupos. La normativa indica en su apartado bibliográfico una sección que hace referencia a metodologías de análisis microbiológico oficializadas por la AOAC (Association of Official Analytical Chemists) para facilitar el análisis y detección de microorganismos patógenos causantes de enfermedades ocasionadas por cambio en la integridad fisicoquímica o microbiológica del alimento.

- Guía técnica para el Análisis Microbiológico de Superficies vivas e inertes en contacto con Alimentos y Bebidas N° 461-2007, proveniente de las Normas Legales de Perú del Ministerio de Salud (Ver Anexo N° 2. Aquí se describe los criterios microbiológicos para la inocuidad en las superficies en contacto con alimentos.) ⁽¹²⁾

La legislación salvadoreña toma de referencia para la evaluación de la calidad en alimentos, las metodologías de análisis oficializadas por organismos internacionales como la AOAC y tomando como criterios de evaluación lo estipulado por el RTCA.

El Reglamento Técnico Centroamericano, cataloga los alimentos en grupos de acuerdo con su origen y/o la tecnología aplicada para su elaboración. Las carnes o productos cárnicos se ubican como el grupo 8 “carnes productos cárnicos” esta categoría incluye todos los tipos de productos cárnicos, de aves de corral y caza, en piezas y cortados o picados, frescos y procesados, carnes congeladas, incluyendo empanizados, rebozados, carnes enlatadas y sus respectivos subgrupos (Ver en Anexo N°1 Clasificación de los productos cárnicos según el RTCA 67.04.50:17).

Los límites microbianos aceptables según el RTCA a nivel regional se encuentran detallados en la sección de anexos. (Ver en Anexo N°3; Límites microbianos

descritos en el RTCA 67.04.50:17). El cumplimiento en las normativas anteriormente descritas es fundamental para el registro del producto terminado y su posterior comercialización en el territorio nacional, la manera más eficiente de lograr mantenerse en regla es a través de la implementación de BPM ya que estas van de la mano con medidas de higiene que son fundamentales para garantizar productos inocuos.

3.7. Enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs)

Según la Organización Mundial de la Salud, las enfermedades transmitidas por alimentos se definen como “El conjunto de síntomas originados por la ingestión de agua y/o alimentos que contengan agentes biológicos (p. ej., bacterias o parásitos) o no biológicos (p. ej., plaguicidas o metales pesados) en cantidades tales que afectan la salud del consumidor en forma aguda o crónica, a nivel individual o de grupo de personas”. ⁽¹³⁾

Esta problemática tiene una incidencia a nivel mundial, y la manifestación clínica más común de una enfermedad transmitida por los alimentos consiste en la aparición de síntomas gastrointestinales, pero estas enfermedades también pueden dar lugar a síntomas neurológicos, ginecológicos, inmunológicos y de otro tipo. La ingestión de alimentos contaminados puede provocar una insuficiencia multiorgánica, incluso cáncer, por lo que representa una carga considerable de discapacidad, así como de mortalidad.

Según estadísticas elaboradas por el Sistema de Vigilancia Epidemiológica en los EUA, indica que las epidemias ocurridas en la época de los 70, y 80, fueron en su mayoría por enfermedades transmitidas por alimentos y se identificó como vehículo los productos involucrados, con carnes bovinas, huevos, carne porcina,

carne de aves, pescados, crustáceos, moluscos o productos lácteos y dichos brotes en su mayoría ocurrieron en el hogar. ⁽¹³⁾

Las ETA pueden clasificarse en infecciones, intoxicaciones o infecciones mediadas por toxina, como se muestra a continuación:

- Infección transmitida por alimentos: se produce por la ingestión de alimentos o agua que contienen microorganismos patógenos, como virus, bacterias y parásitos (ejemplo: *Salmonella*, virus de la hepatitis A, *Trichinella spirallis*).
- Intoxicación causada por alimentos: se produce por la ingestión de toxinas que se encuentran presentes en el agua o alimento ingerido, y que han sido producidas por mohos o bacterias, aunque éstos ya no se hallen en el alimento (ejemplo: toxina botulínica, enterotoxina de *Staphylococcus*, zinc, cobre, cadmio).

Las toxinas generalmente no poseen olor o sabor y son capaces de causar la enfermedad incluso después de la eliminación de los microorganismos. Si bien las fuentes de contaminación son diversas, entre las principales podemos enlistar:

- Salud de los animales
- Ambiente
- Transporte
- Utensilios
- Procesamiento
- Ser humano

¿Cómo se contaminan los alimentos?

Normalmente los microorganismos peligrosos pueden ser eliminados en su mayoría con un buen cocimiento de los alimentos y poniendo en práctica la higiene, no obstante, los microorganismos patógenos pueden llegar a los

alimentos en cualquier momento, desde que son producidos en el campo, en las plantas de procesamiento o incluso en el momento que son servidos. Cuando aquéllos sobreviven y se multiplican es que frecuentemente causan enfermedades en los consumidores. La contaminación es algo muy difícil de detectar a simple vista, ya que generalmente no es algo que altera el sabor, el color o el aspecto de la comida sobre todo si ésta ya está preparada y lista para su consumo. ⁽¹³⁾

Aquí entonces radica la importancia en las medidas de higiene y buenas prácticas de manufactura en los alimentos de esta forma garantizar la inocuidad alimentaria minimizando la probabilidad de contagio del alimento con el agente patógeno.

3.8. Microorganismos causantes de enfermedades de transmisión alimentaria a nivel mundial

Como se sabe la incidencia de las ETA no es un hecho aislado, es un evento de ocurrencia a nivel mundial y en tiempo real se contraen este tipo de enfermedades por la falta en el cumplimiento de las medidas de higiene. Al ser una problemática a de escala mundial, la OMS hace su mayor esfuerzo por la implementación de medidas de prevención como es la información y en ocasiones el trabajo en conjunto con las instituciones de salud nacionales. De esta forma se presentan a continuación los organismos mayormente causantes de estas enfermedades según la OMS:

3.8.1. Coliformes totales ⁽¹⁴⁾

La denominación genérica coliformes designa a un grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e

importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos.

Coliforme significa *con forma de coli*, refiriéndose a la bacteria principal del grupo, *Escherichia coli*, descubierta por el bacteriólogo alemán Theodor von Escherich en 1860.

3.8.1.1. Características ⁽¹⁵⁾

Escherichia coli es una bacteria que se encuentra normalmente en la microbiota intestinal de mamíferos, incluyendo los humanos. Si bien la mayoría de las cepas de *E. coli* son inofensivas hay algunas de ellas, como *E. coli* productora de toxina Shiga, pueden causar graves enfermedades a través de los alimentos. La bacteria se transmite al hombre principalmente por el consumo de alimentos contaminados, como productos de carne picada cruda o poco cocida, leche cruda, y hortalizas y semillas germinadas crudas contaminadas.

E. coli se caracteriza por poseer bacilos Gram negativos, no esporulante, producción de indol a partir de triptófano, no utilización de citrato como fuente de carbono y no producción de acetoina. Además, fermenta la glucosa y la lactosa con producción de gas. ⁽¹⁵⁾

Como todas las bacterias Gram -, la cubierta de *E. coli* consta de tres elementos: la membrana citoplasmática, la membrana externa y, entre ambas, un espacio periplásmico constituido por péptido-glucano. Esta última estructura confiere a la bacteria su forma y rigidez, y le permite resistir presiones osmóticas ambientales relativamente elevadas. ⁽¹⁵⁾

La *E. coli* es una bacteria mesófila, su óptimo de desarrollo se encuentra en el entorno de la temperatura corporal de los animales de sangre caliente (35-43 °C).

La temperatura límite de crecimiento se sitúa alrededor de 7 °C, lo que indica que un control eficaz de la cadena de frío en las industrias alimentarias es esencial para evitar el crecimiento de *E. coli* en los alimentos.

La congelación tiene pocos efectos sobre la población de *E. coli* en el alimento, y no garantiza la destrucción de un número suficiente de bacterias viables para asegurar su inocuidad. Sin embargo, *E. coli* es sensible a temperaturas superiores a 70 °C, a partir de la cual son fácilmente eliminadas; por ello, es muy importante la pasteurización de alimentos como la leche, zumos, etc., para garantizar su eliminación. ⁽¹⁵⁾

E. coli productora de toxina Shiga produce toxinas conocidas como toxinas Shiga por su semejanza con las toxinas producidas por *Shigella dysenteriae*. *E. coli* productora de toxina Shiga puede crecer a temperaturas que oscilan entre 7 °C y 50 °C, con una temperatura óptima de 37 °C. Algunas pueden proliferar en alimentos ácidos, hasta a un pH de 4,4, y en alimentos con una actividad de agua (*a_w*) mínima de 0,95. La *E. coli* productora de toxina Shiga se destruye cocinando los alimentos hasta que todas las partes alcancen una temperatura de 70 °C o más. *E. coli* O157: H7 es el serotipo de *E. coli* productora de toxina Shiga más importante por su impacto en la salud pública, pero hay también otros serotipos frecuentemente implicados en brotes y casos esporádicos.

3.8.1.2. Sintomatología

Entre los síntomas de la enfermedad causada por *E. coli* productora de toxina Shiga destacan los calambres abdominales y la diarrea, que puede progresar en algunos casos a diarrea sanguinolenta (colitis hemorrágica). También puede haber fiebre y vómitos. El periodo de incubación varía entre tres y ocho días, con una mediana de tres a cuatro días.

La mayoría de los pacientes se recuperan en el término de diez días, pero en un pequeño porcentaje de los casos (especialmente niños pequeños y ancianos) la infección puede conducir a una enfermedad potencialmente mortal, como el síndrome hemolítico urémico (SHU). El SHU se caracteriza por una insuficiencia renal aguda, anemia hemolítica y trombocitopenia (deficiencia de plaquetas).

Se tiene registro de que hasta un 10% de los pacientes con infección por *E. coli* productora de toxina Shiga tienen altas probabilidades de desarrollar síndrome hemolítico urémico (SHU) con una tasa de letalidad de 3%-5%. A nivel mundial SHU es la causa más común de insuficiencia renal aguda en los niños de corta edad.

Después viene ligado a futuras complicaciones neurológicas (como convulsiones, accidente cerebrovascular y coma) al menos en el 25% de los pacientes con SHU, además de secuelas renales crónicas, generalmente leves, en aproximadamente un 50% de los supervivientes. La presencia de un médico es importante, sobre todo cuando se sabe que la persona ha sido contagiada de *E. coli* y esta sufre de diarrea sanguinolenta o calambres abdominales intensos deben buscar atención médica. Los antibióticos no deben formar parte del tratamiento de los pacientes con enfermedad por *E. coli* productora de toxina Shiga, se cree que en algunos casos es posiblemente aumentan el riesgo de SHU posteriormente.

3.8.1.3. Fuentes y transmisión

La bibliografía e investigaciones hechas a esta cepa indica que la *E. coli* productora de toxina Shiga guarda relación con el serotipo O157: H7, pues es el más fácil de distinguir bioquímicamente de otras cepas de *E. coli*. El

reservorio de este patógeno es principalmente el ganado bovino. También se consideran reservorios importantes otros rumiantes, como ovejas, cabras y ciervos, y se ha detectado la infección en otros mamíferos (como cerdos, caballos, conejos, perros y gatos) y aves (como pollos y pavos).

E. coli se transmite al hombre principalmente por el consumo de alimentos contaminados, como productos de carne picada cruda o poco cocida y leche cruda. La contaminación fecal del agua y de otros alimentos, así como la contaminación cruzada durante la preparación de estos (con carne de vacuno y otros productos cárnicos, superficies y utensilios de cocina contaminados), también es causa de infecciones. Ejemplos de alimentos implicados en brotes de *E. coli* son las hamburguesas poco cocidas, el salami curado, la sidra fresca no pasteurizada, el yogur y el queso elaborado con leche cruda.

También se ha aislado *E. coli* productora de toxina Shiga en masas de agua (estanques y arroyos), pozos y abrevaderos, y se ha observado que puede sobrevivir durante meses en el estiércol y en los sedimentos de recipientes de agua. Se ha informado de casos de transmisión por el agua, tanto por agua de bebida contaminada como por aguas de recreo. Los contactos de persona a persona son una forma de transmisión importante por vía oral-fecal. Se ha informado de un estado de portador asintomático, en el que la persona no muestra signos clínicos de la enfermedad, pero puede infectar a otros.

La excreción de *E. coli* productora de toxina Shiga dura aproximadamente una semana o menos en los adultos, pero puede prolongarse más en los niños. Se ha observado que otro factor de riesgo importante de infección por *E. coli* productora de toxina Shiga son las visitas a granjas y otros lugares donde el público en general puede entrar en contacto directo con el ganado. ⁽¹⁴⁾

3.8.1.4. Prevención

Para prevenir la infección hay que aplicar medidas de control en todas las etapas de la cadena alimentaria, desde la producción agropecuaria en la granja hasta la elaboración, fabricación y preparación de los alimentos en las cocinas tanto de establecimientos comerciales como de los hogares.

Industria

El número de casos de la enfermedad podría reducirse mediante diversas estrategias paliativas en el caso de la carne picada (por ejemplo, cribando a los animales antes de sacrificarlos para reducir el número de agentes patógenos en el entorno del matadero). La aplicación de unas buenas prácticas de higiene durante el sacrificio reduce la contaminación de las carcasas por heces, pero no garantiza la ausencia de *E. coli* productora de toxina Shiga de los productos. La formación sobre el manejo higiénico de los alimentos para los trabajadores de granjas, mataderos y para todos los que participan en la producción de alimentos es esencial si se quiere reducir al mínimo la contaminación microbiológica. El único método eficaz para la eliminación de *E. coli* productora de toxina Shiga de los alimentos es la aplicación de un tratamiento bactericida, como el calentamiento (como por ejemplo mediante cocción o pasteurización) o la irradiación.

Hogares

Las medidas de prevención de la infección por *E. coli* O157: H7 son similares a las recomendadas para otras enfermedades transmitidas por los alimentos. Las prácticas básicas de buena higiene de los alimentos, descritas en las *Cinco claves para la inocuidad de los alimentos* que ha establecido la OMS, pueden

prevenir la transmisión de los agentes patógenos responsables de muchas enfermedades transmitidas por los alimentos, y también protegen contra las enfermedades de ese tipo causadas por *E. coli* productora de toxina Shiga.

3.8.2. *Salmonella spp* (No tifoidea) ⁽¹⁶⁾

3.8.2.1. Características:

- Salmonella es una de las cuatro principales causas de enfermedades diarreicas.
- Si bien la mayoría de los casos de salmonelosis son leves, algunas veces la enfermedad puede ser mortal. La gravedad de la enfermedad depende de factores propios del huésped y del serotipo de Salmonella.
- La resistencia a los antimicrobianos es un problema de salud pública mundial. Salmonella es uno de los microorganismos entre los que han aparecido algunos serotipos resistentes a los antimicrobianos que afectan a la cadena alimentaria.
- Como medidas de prevención contra la salmonelosis se recomiendan prácticas básicas de higiene de los alimentos, como su cocción completa.

3.8.2.2. Panorama general

La carga de las enfermedades de transmisión alimentaria es considerable: cada año, aproximadamente una de cada 10 personas contrae estas enfermedades y se pierden miles de vidas alrededor del mundo por falta de inocuidad alimentaria. Las enfermedades de transmisión alimentaria pueden llegar a ser graves, sobre todo cuando afectan a ese sector de la población más vulnerable como lo son los niños pequeños. Los alimentos insalubres son la causa más común de las

enfermedades diarreicas y cada año enferman 550 millones de personas, de las cuales 220 millones son niños menores de 5 años. *Salmonella* es una de las cuatro causas principales de enfermedades diarreicas a nivel mundial.

Salmonella es un género de bacilos gramnegativos que pertenece a la familia Enterobacteriaceae. Hasta la fecha se han identificado más de 2500 serotipos o serovares diferentes en dos especies, como lo son, *Salmonella bongori* y *Salmonella entérica*. *Salmonella* es una bacteria omnipresente y resistente que puede sobrevivir durante varias semanas en un ambiente seco y varios meses en agua. Si bien todos los serotipos causan la enfermedad en el ser humano, existen unos pocos que son específicos de algunos huéspedes y pueden alojarse en una o ciertas especies animales. Cuando esos serotipos particulares provocan la enfermedad en las personas suelen ser invasivos y pueden ser mortales. No obstante, la mayoría de los serotipos claramente se encuentran en una gran diversidad de huéspedes y cuando estos ingresan en el cuerpo humano por lo general, causan gastroenteritis, que suele ser un trastorno sin complicaciones y no requiere tratamiento, aunque puede ser grave en los niños, los ancianos y los pacientes inmunodeprimidos, por ejemplo: *Salmonella entérica* serotipo *Typhimurium*.

3.8.2.3. La enfermedad

La salmonelosis, generalmente se caracteriza por la aparición brusca de fiebre, dolor abdominal, diarrea, náusea y, a veces, vómitos, es una enfermedad provocada por *Salmonella*. Los síntomas de la enfermedad comienzan a manifestarse entre 6 y 72 horas (generalmente 12 a 36 horas) después de la ingesta de *Salmonella*, y la enfermedad dura entre 2 y 7 días.

En la mayoría de los casos, los síntomas de salmonelosis son relativamente leves y los pacientes se recuperan sin tratamiento específico. Sin embargo, en algunos casos, particularmente en niños pequeños y en ancianos, la deshidratación causada por la enfermedad puede ser grave y poner en peligro la vida. Si bien los grandes brotes de *Salmonella* suelen atraer la atención de los medios informativos, entre el 60% y el 80% de los casos de salmonelosis no se registran como parte de un brote conocido y se clasifican como casos esporádicos, o ni siquiera se diagnostican.

3.8.2.4. Fuentes y transmisión

- Las salmonelas están muy presentes en animales domésticos y salvajes. Son prevalentes en animales comestibles como las aves de corral, porcinos, vacunos, y también en mascotas, como gatos, perros, pájaros y reptiles como las tortugas.
- Las salmonelas pueden atravesar toda la cadena alimentaria, desde los piensos para animales pasando después por la producción primaria llegando hasta los hogares o los establecimientos e instituciones de servicios de comidas.
- Por lo general, las personas contraen la salmonelosis a través del consumo de alimentos contaminados de origen animal (principalmente huevos, carne, aves de corral y leche), aunque también hay otros alimentos que se han vinculado a la transmisión, como por ejemplo las hortalizas contaminadas por estiércol.
- También pueden transmitirse entre las personas por vía fecal-oral.
- Además, se pueden producir casos cuando las personas entran en contacto con animales infectados, incluidas las mascotas. A menudo, esos animales no presentan signos de enfermedad.

3.8.2.5. Tratamiento

En los casos graves el tratamiento es la reposición de los electrolitos perdidos a raíz de los vómitos y la diarrea (suministro de electrolitos como iones de sodio, potasio y cloruro) y la rehidratación. La terapia antimicrobiana sistemática no está recomendada para casos leves o moderados en personas sanas. Esto se debe a que los antimicrobianos podrían no eliminar completamente la bacteria y seleccionar cepas resistentes, con lo cual el fármaco se volvería ineficaz.

No obstante, los grupos de riesgo, como los lactantes, los ancianos y los pacientes inmunodeprimidos, podrían necesitar tratamiento antimicrobiano. Los antimicrobianos se administran también si la infección se propaga desde el intestino a otras partes del organismo. Ante el aumento de la resistencia a los antimicrobianos a nivel mundial, las directrices de tratamiento deberían revisarse periódicamente, teniendo en cuenta los patrones de resistencia de la bacteria en función del sistema local de vigilancia.

3.8.2.6. Métodos de prevención

La prevención exige medidas de control en todas las etapas de la cadena alimentaria, desde la producción agrícola hasta la elaboración, fabricación y preparación de alimentos, tanto en establecimientos comerciales como en los hogares.

Cabe mencionar que las medidas de prevención en relación con *Salmonella* en el hogar son similares a las adoptadas contra otras enfermedades bacterianas de transmisión alimentaria. Es preciso supervisar atentamente el contacto entre lactantes/niños pequeños y mascotas (como gatos, perros y tortugas), que pueden transmitir *Salmonella*. Los sistemas nacionales y regionales de vigilancia

sobre las enfermedades de transmisión alimentaria son medios importantes para determinar y seguir de cerca la situación relativa a esas enfermedades y para detectar tempranamente la salmonelosis u otras infecciones intestinales y darles respuesta con el fin de impedir su ulterior propagación.

3.8.3. *Staphylococcus aureus*.

Este microorganismo es muy vulnerable a la destrucción por tratamiento térmico y casi todos los agentes desinfectantes. Por lo tanto, la presencia de esta bacteria o sus enterotoxinas en alimentos procesados o en equipos de procesamiento de alimentos es generalmente un indicio de mala higiene. *S. aureus* puede causar una intoxicación alimentaria grave.

Se ha identificado como el agente causante de muchos brotes de intoxicación alimentaria y probablemente sea responsable de más casos en individuos y grupos familiares de lo que muestran los registros. Los alimentos se examinan para detectar la presencia de *S. aureus* y / o sus enterotoxinas para confirmar que *S. aureus* es el agente causante de enfermedades transmitidas por alimentos, para determinar si un alimento es una fuente potencial de intoxicación alimentaria por *Staphylococcus aureus* y para demostrar contaminación del procesamiento, que generalmente se debe al contacto humano o superficies contaminadas en contacto con alimentos. Las conclusiones sobre la importancia de *S. aureus* en los alimentos deben hacerse con cautela.

La presencia de una gran cantidad de organismos de *S. aureus* en un alimento puede indicar una mala manipulación o higiene; sin embargo, no es evidencia suficiente para incriminar un alimento como la causa de una intoxicación alimentaria. Se debe demostrar que el *S. aureus* aislado produce enterotoxinas. Por el contrario, las pequeñas poblaciones de estafilococos en el momento de la

prueba pueden ser restos de grandes poblaciones que produjeron enterotoxinas en cantidad suficiente para causar intoxicación alimentaria. Por lo tanto, el analista debe considerar todas las posibilidades al analizar un alimento para *S. aureus*.

CAPITULO IV
DISEÑO METODOLOGICO

4.0 DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. TIPO DE ESTUDIO

- **Transversal:** debido a que la investigación se dio en el periodo de tiempo comprendido entre los meses de noviembre y diciembre del 2022; se cuantificó la carga microbiana presente en los embutidos que se manufacturaban en la planta procesadora de embutidos y se realizó una capacitación mostrando los resultados en el mes de marzo del año 2022.
- **Campo:** ya que se estudió el fenómeno en el escenario natural el cual es la planta de procesamiento.
- **Experimental:** porque se analizaron las muestras recolectadas en el laboratorio de microbiología de alimentos del Centro de Investigación y Desarrollo en Salud CENSALUD de la Universidad de El Salvador para la determinación de su carga microbiana, tomando de referencia para el análisis los métodos oficializados de la AOAC (Association of Official Analytical Chemists), el Reglamento Técnico Centroamericano como respaldo al criterio microbiológico y Normas Legales de Perú del Ministerio de Salud.

4.2. INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA

Se consultaron las siguientes bibliotecas:

- "Dr. Benjamín Orozco" de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.
- Central de la Universidad de El Salvador.
- Internet.

4.3. INVESTIGACION DE CAMPO

Se realizaron visitas a una instalación que manufactura embutidos que está ubicada en la zona metropolitana de San Salvador, en las visitas se hizo recolección de las muestras siguientes:

- Chorizo de tuza: 180bolsas (bolsas de 30 unidades) = 5400 unidades

$N= 180 \text{ Bolsas} * 30 \text{ unidades} = 5400 \text{ unidades/Semanalmente}$

En el caso de los equipos se seleccionaron los utilizados con mayor frecuencia y los manipuladores seleccionados fueron los que estaban involucrados en la manufactura de los chorizos, descritos de la manera siguientes:

- Equipos: 2 Equipos (Mezcladora, Embutidora)
- Manipuladores: 2 Operarios encargados de la manufactura de alimentos.

En síntesis, en el sondeo de muestras se identificaron las características mayormente apreciables de la instalación, sobre todo en los procesos involucrados en la manufactura de los embutidos y que puedan comprometer la calidad del producto terminado es por esto que en el muestreo se seleccionaron ítems como: la mezcladora, embutidora, guantes de manipuladores seleccionados y chorizo de tuza. Y los resultados se muestran en la sección 4.7

4.3.1. Universo y muestra

- Universo: Los guantes de manipuladores y equipos involucrados en los procesos de fabricación de los lotes seleccionados.

- Muestra: Según lo descrito por el RTCA ⁽¹⁷⁾ se tomaron 5 muestras de chorizo de tuza de cada lote; 2 al inicio de la producción, 1 en la mitad de la fabricación y 2 al final de la producción, de cada muestra se analizó una mezcla compuesta de 50 unidades de chorizo y se pesaron 25g para cada análisis. También se analizaron superficies de los equipos en contacto directo con el producto, y manipuladores seleccionados.

El muestreo de superficies vivas e inertes se realizó en cada visita a la instalación en las fechas: 1 de noviembre, 20 de noviembre y 10 de diciembre del año 2021, tomando de referencia los lineamientos descritos en la “Guía para el análisis de superficies inertes y vivas” normativa peruana del Ministerio de Salud. Las muestras se analizaron en el Laboratorio de Alimentos del Centro de Investigación y Desarrollo en salud de la Universidad de El Salvador

4.4. REQUISITOS DE EQUIPOS, UTENSILIOS Y MANIPULADORES INVOLUCRADOS EN EL PROCESAMIENTO DE LA CARNE

Estos elementos son fundamentales en el procesamiento de la carne ya que son los responsables de la transformación de la materia prima hasta obtener el producto terminado, al ser tan indispensables se debe tener un control riguroso con el fin de evitar que sean foco de contagio de microorganismos patógenos. Según la guía técnica para el Análisis Microbiológico de Superficies vivas e inertes en contacto con Alimentos y Bebidas N° 461-2007, proveniente de las Normas Legales de Perú, describe a los equipos, utensilios y manipuladores como superficies inertes y vivas.

a) Superficies inertes

Son aquellas que están o tendrán contacto directo con los alimentos que no serán sometidos a un proceso térmico posterior u otro que disminuya la carga microbiana. Los equipos utilizados para el procesamiento del embutido son: molino, mezcladora, embutidora. Mientras que los utensilios más usados son tablas de picar, cuchillos y espátulas, todos estos elementos serán contemplados en el muestreo de la parte experimental. ⁽¹⁰⁾

b) Superficies vivas

Son los manipuladores de alimentos, con o sin guantes, que estén en contacto directo con los alimentos que no serán sometidos a un proceso térmico posterior u otro tratamiento que disminuya la carga microbiana. La instalación cuenta con dos operarios, responsables de la manufactura de los embutidos, estos serán sujetos al análisis ya que al ser tan pocos trabajadores se puede tener un mayor control en la higiene y para la investigación permite obtener resultados más representativos de las superficies vivas. ⁽¹⁰⁾

Selección del método de muestreo de superficies

La selección del método de muestreo debe estar en función de las características de la superficie a muestrear. A continuación, se detalla que tipo de técnica utilizar según la superficie a muestrear. ⁽¹⁰⁾

Tabla N°1. Métodos de muestreos para superficies. ⁽¹⁰⁾

Método de muestreo	Superficies a muestrear
Método del Hisopo	Se utiliza para superficies inertes regulares e irregulares, tales como tabla de picar, bandejas, mesas de trabajo, utensilios, cuchillas de equipos, cortadora de embutidos, cortadora de pan de molde, fajas transportadoras, tolvas, mezcladoras, pisos, paredes y otros.
Método de la Esponja	El método de la esponja se utiliza preferentemente para muestrear superficies de mayor área.
Método del Enjuague	Se utiliza para superficies vivas (manos) y para objetos pequeños o para el muestreo de superficies interiores de envases, botellas, bolsas de plástico, etc.

La implementación de medidas de higiene es la única forma de garantizar un alimento inocuo y seguro, por eso el protocolo de desinfección y limpieza previo al procesamiento de la carne es imperativo para mantener al mínimo posible la carga microbiana

4.5. Medios de cultivo, materiales, equipos, y métodos utilizados en los ensayos.

Los materiales, equipos, reactivos, medios de cultivo y sus respectivas preparaciones se describen en el Anexos N°4: Materiales y reactivos

4.5.1. Pretratamiento para producto terminado (Embutidos)

Se hizo la detección de *Escherichia coli*, y *Salmonella spp.* en el producto terminado y el pretratamiento se desarrolló de la siguiente manera:

4.5.1.1. Pretratamiento

- Se sacaron las muestras del recipiente hermético y se introdujeron en la cámara de flujo
- Con un utensilio estéril se abrió el empaque y se tomó del contenido de la bolsa 30 chorizos para analizar.
- De la muestra tomada se mezcló y se pesó asépticamente 25 gramos de muestra de embutido (en bolsas de Stomacher).
- Se agregó 225mL de diluyente.
- Se homogeneizó la muestra (con la ayuda de un Stomacher Seward 400 Cab System®) a una velocidad alta (230 RPM) por 60 segundos, con la finalidad de conseguir una muestra blanda para su mejor homogenización en el agua peptonada restante.
- Lo homogeneizado se transfirió a un frasco de vidrio estéril y se rotuló como dilución 10^{-1} .
- El proceso fue el mismo para cada muestra de embutido.

(Ver en Anexo N°5; Pretratamiento de la muestra de embutidos que detalla el tipo de diluyente a utilizar en cada caso)

4.5.1.2. Muestreo de guantes de manipuladores seleccionados y equipos

El muestreo de guantes de manipuladores y equipos, no requiere un pretratamiento riguroso, ya que la toma de muestra se hizo a través de un enjuague de guantes de manipuladores e hisopado de fabricación. Se realizó la determinación de coliformes totales, *Staphylococcus aureus*, y (*Escherichia coli*) en superficies vivas e inertes en el inicio de la fabricación de los embutidos. (Ver Anexo N°6; Diagrama de procedimiento de hisopado superficies o equipos, y manipuladores, este describe detalladamente como realizar la toma de muestra).

[NOTA: el hisopado se realizó con una torunda de algodón empapada con diluyente estéril.]

4.5.1.3. Muestreo en guantes de manipuladores

Este procedimiento debe de realizarse al inicio del proceso de manufactura para conocer si los guantes son los instrumentos que transfieren microorganismos a los chorizos.

- Se tomó una bolsa estéril que contenía 100mL de agua peptonada pH 8.0.
- Se introdujeron las manos con guantes de los manipuladores que realizan las operaciones de producción, se hizo un enjuague en las manos con guantes de los manipuladores, masajeando entre las falanges de la mano del operario que se encontraba trabajando con la carne.
- Posteriormente se transfirió el contenido de la bolsa a un frasco estéril.
- Homogenizando y se rotuló como "Dilución 10^{-2} "
- Se guardaron las muestras en una hielera conteniendo bolsas con gel refrigerante para su conservación hasta su análisis en el mismo día.

En cada proceso de manufactura los manipuladores utilizaron guantes diferentes

4.5.1.4. Muestreo de equipos

- Se colocó un cuadro de metal estéril que comprendía un área de 25cm² sobre la superficie que está en contacto directo con la carne que se procesaba, para el caso eran la mezcladora y la embutidora.
- Con una torunda de algodón empapada con diluyente estéril y se recorrió el área comprendida en el cuadro.
- Se colocó la torunda de algodón en un frasco con rosca que contenía 100mL de agua peptonada pH 8.0.

- Se homogenizó y rotuló el frasco como “Dilución 10⁻²”
- Las muestras se guardaron en una hielera con bolsas de gel refrigerante para su conservación hasta su análisis el mismo día.

(Los resultados obtenidos se reportan como UFC/ 25cm²)

El siguiente cuadro describe el número de muestras a analizar en cada muestreo:

CUADRO N°1. Recolección de muestras

Tipo de muestra	Fuente de la muestra	Número de unidades de muestra a recolectar para el análisis	Cantidad de unidades por presentación / Cantidad de ítem a muestrear.	Letra código	Número código
Embutido / Producto terminado	Chorizo de Tuza	5	5 Bolsas	CT	1-5
Equipo	Embutidora	1	1 Embutidora	EM	1
	Mezcladora	1	1 Mezcladora	Mz	1
Manipulador	Operario	2	2 Manipuladores	Ma	1-2
		Número muestras por muestreo	9 muestras		
		Número total de muestras a tomar para la parte experimental	9*3= 27 muestras		

4.6. PARTE EXPERIMENTAL

Se realizó un análisis microbiológico para la determinación de la carga microbiana en las muestras seleccionadas de producto terminado y en diversos elementos de la planta. Para el análisis se implementó las técnicas descritas en el “Bacteriological Analytical Manual” (BAM) ⁽¹⁸⁾ propuestas por el “Guía Técnica para el Análisis de Superficies en contacto con los alimentos”.

4.6.1. Identificación de microorganismos patógenos.

A continuación, se describe la metodología a utilizar para la determinación de la carga microbiana en las muestras, pudiendo así conocer la presencia o ausencia de los agentes patógenos.

4.6.1.1. Detección de coliformes totales y *Escherichia coli*.

Este es un método propio, se basa en una adaptación a la metodología descrita por las normativas tomadas de referencia.

4.6.1.1.1. Procedimiento

Realizar el pretratamiento de la muestra, (descrito anteriormente), todo esto con el fin comenzar el análisis a partir de una dilución 10^{-1} . (10^{-2} para equipos, guantes y utensilios)

(Ver Anexo N°7; Diagrama de recuento de coliformes totales, fecales y *Escherichia coli*.)

4.6.1.1.2. Pretratamiento

- Con la dilución 10^{-1} (10^{-2} en el caso de equipos y guantes de manipuladores) se realizó la cascada de diluciones seriadas para obtener las diluciones hasta llegar a 10^{-3} .

4.6.1.1.3. Siembra en medio específico

- A partir de las diluciones 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} sembrar 1mL de cada dilución sobre placas Petri estériles por duplicado.
- Cubrir con 12 a 15 mL de agar Chromocult para coliformes totales (ver en la sección de preparación de medios de cultivo).
- Mezclar con rotación en forma de ocho para homogenizar de manera correcto el contenido de las placas, posteriormente dejar solidificar.
- Incubar las placas a 35°C por 24h.
- Posteriormente contar las colonias utilizando un contador de colonias, elegir las placas que se puedan contar que tengan entre 100 y 250 colonias, las colonias rosadas corresponder a coliformes totales y las colonias moradas corresponden a *E. coli*.

Nota:

- Este método propio es aplicable para las diluciones obtenidas a partir de muestras de equipos, guantes de manipuladores y chorizo de tuza.
- Incluir un control negativo el cual consiste en un medio sin inocular para cada grupo de muestras analizadas (este control se realiza para todas las muestras con sus correspondientes medios de cultivo).

4.6.1.2. Detección de *Salmonella spp.*

Según las especificaciones respecto a los límites microbianos descritas por la NSO y RTCA este tipo de patógeno debe de encontrarse ausente en la matriz alimentaria para considerarse apta para el consumo humano.

4.6.1.2.1. Procedimiento

(Ver Anexo N°8; Diagrama de detección de *Salmonella ssp.*)

Se dejó reposar la dilución 10^{-1} de la muestra de caldo lactosado por 60 min a temperatura ambiente con la tapa perfectamente cerrada y posteriormente se incubó por 24h a 35°C para hacer el preenriquecimiento en la muestra.

4.6.1.2.1.1. Enriquecimiento selectivo.

- Con la bolsa bien cerrada se realizó el preenriquecimiento de la muestra posterior a esto se agitó suavemente.
- Se transfirieron los siguientes volúmenes del cultivo de preenriquecimiento (con una pipeta de vidrio de 1 mL, estéril) a un tubo con que contenía los siguientes medios de enriquecimiento:
 - 1mL de cultivo de preenriquecimiento en 9mL de Caldo tetrionato (antes de su uso, deberá activarse añadiendo al medio base 0.2 mL de solución yodo-yoduro de potasio y 0.1 mL de solución de verde brillante al 0.1 %).
 - 0.1mL de cultivo de preenriquecimiento en 9.9mL de Caldo Rappaport
- Los tubos inoculados con caldo tetrionato y caldo Rappaport se incubaron a 42°C durante 24 h.

4.6.1.2.1.2. Aislamiento diferencial.

[NOTA: La metodología descrita en esta sección deberá realizarse para cada uno de los caldos de enriquecimiento descritos en el procedimiento anterior, es decir para los cultivos con caldo tetrionato y caldo Vassiliadis-Rappaport.]

- Homogeneizar el tubo en vórtex con caldo de enriquecimiento ya incubado.
- Tomar una muestra del cultivo anterior con asa microbiológica estéril y sembrar en estría por agotamiento en cuadrantes en cajas de Petri, en 2 de los siguientes medios selectivos: Agar SS, Agar XLD
- Incubar las cajas ya sembradas en posición invertida a 35 °C durante 24h.
- Observar las características macroscópicas de las colonias en los medios sólidos selectivos.
- Seleccionar al menos 2 colonias sospechosas de cada medio selectivo, de acuerdo con las características específicas de desarrollo en cada uno de los medios.
- Almacenar en refrigeración de 5 a 8°C, las placas con medios selectivos por si es necesario tomar más colonias.
- Realizar una tinción de Gram a las colonias sospechosas.
- Registrar las características morfológicas tanto macroscópicas como microscópicas; anotando la forma de la colonia, su color, color del medio circundante, morfología al Gram, etc.
- Si es necesario realizar una purificación de las colonias seleccionadas, sembrando nuevamente en estría por agotamiento en cuadrantes en cajas de Petri conteniendo un medio idéntico del que se tomó la colonia.

En el cuadro N°2 se describen los resultados esperados en los medios de cultivo utilizados.

CUADRO N°2. Resultados esperados para microorganismos del género *Salmonella spp* en los medios de cultivo utilizados

MEDIO SELECTIVO	Color antes de la inoculación	Características coloniales de <i>Salmonella spp.</i>
Agar para <i>Salmonella</i> y <i>Shigella</i> (SS)	Claro, color rosa	Translúcidas en ocasiones opacas y amarillas. Algunas con centro negro. Las colonias fermentadoras de lactosa son rojas.
Agar Xilosa Lisina Desoxicolato (XLD)	Claro, color rojo brillante	Rosas, anaranjadas o rojas pueden ser transparentes, con o sin centro negro. En algunos casos completamente negras.

4.6.1.3. Identificación de *Staphylococcus aureus*

(Ver Anexo N°9; identificación de *Staphylococcus aureus*)

Método de recuento directo de placas

Este método es adecuado para el análisis de alimentos en los que se pueden esperar más de 100 células de *S. aureus* / g. En el cuadro N°3 Se describen los resultados esperados para las pruebas de identificación de *Staphylococcus aureus* para facilitar la interpretación de resultados.

Preparación de la muestra

- Preparar de la dilución 10^{-1} como se describe en la sección 4.5.

Aislamiento y enumeración de *S. aureus*

- Para cada dilución a sembrar, transferir asépticamente 1 ml de suspensión de muestra a 3 placas de agar Baird-Parker, distribuyendo 1 ml de inóculo de manera equitativa en 3 placas (por ejemplo, 0,4 ml, 0,3 ml y 0,3 ml).
- Extienda el inóculo sobre la superficie de la placa de agar, utilizando una varilla de vidrio en forma de "L" estéril. Mantenga las placas en posición vertical hasta que el inóculo sea absorbido por el agar (aproximadamente 10 minutos en placas secas correctamente).
- Invertir las placas e incube 24h a 35-37 ° C.
- Seleccionar placas que contengan de 20 a 200 colonias, a menos que solo las placas con diluciones más bajas (> 200 colonias) tengan colonias con apariencia típica de *S. aureus*.
- Contar y registrar colonias. Si se observan varios tipos de colonias que parecen ser *S. aureus* en placas seleccionadas, cuente el número de colonias de cada tipo y registre los recuentos por separado.
- Cuando las placas de la dilución más baja contienen <20 colonias, estas pueden usarse. Si las placas que contienen > 200 colonias tienen colonias con la apariencia típica de *S. aureus* y las colonias típicas no aparecen en diluciones más altas, utilice estas placas para la enumeración de *S. aureus*, pero no cuente las colonias no típicas.
- Seleccionar 1 colonia de cada tipo contado y pruebe la producción de coagulasa. Sume el número de colonias en placas triplicadas representadas por colonias que dan positivo en la prueba de coagulasa y multiplique por el factor de dilución de la muestra.
- Posteriormente realizar un informe describiendo con números la cantidad de UFC de *S. aureus* / g en el alimento analizado.

Los resultados de la prueba de catalasa se describen en el cuadro siguiente:

CUADRO N°3. Características típicas de *S. aureus*, *S. epidermidis*.

Característica	<i>S. aureus</i>	<i>S. epidermidis</i>
Actividad de Catalasa	+	+
+, más (90% o más) cepas son positivas; -, más (90% o más) cepas son negativas.		

Notas claves:

- Las colonias de *S. aureus* son circulares, lisas, convexas, húmedas, de 2-3 mm de diámetro, de gris a negro azabache, frecuentemente con un margen de color claro (blanquecino), rodeado por una zona opaca y frecuentemente con una zona despejada exterior; las colonias tienen una consistencia de manteca a gomosa cuando se tocan con una aguja de inoculación.
- Las cepas aisladas de alimentos congelados o desecados que se han almacenado durante períodos prolongados con frecuencia desarrollan una coloración menos negra que las colonias típicas y pueden tener un aspecto áspero y una textura seca.

4.7. Capacitar al personal en lo referente a la manipulación higiénica en los alimentos.

Al conocer la condición de la instalación se realizó una recopilación de información para elaborar una capacitación con el fin de priorizar la manipulación higiénica de los alimentos, la capacitación se realizó el 15 de diciembre del año 2021 y el contenido de la capacitación se describe en el anexo N°10.

Para verificar la eficacia de la capacitación impartida al personal que manipula la carne, en la metodología se presentó una lista de chequeo en la que se describen un conjunto de elementos a tomar en cuenta para saber si el contenido de la charla genera un impacto en el personal de la instalación además, se realizaron dos evaluaciones a los manipuladores de la carne para saber si hubo comprensión en la capacitación impartida, esto con la finalidad de que se manufacture un alimento seguro y que logre cumplir con las especificaciones de las normativas.

El examen realizado a los manipuladores de la carne consistió en una serie de preguntas de falso o verdadero y las preguntas eran respecto a los temas descritos en la charla. Los resultados se muestran a continuación.



Examen para la verificación en la comprensión de la capacitación impartida a los manipuladores de la carne en la planta procesadora de embutidos



El examen consta de 10 preguntas de falso o verdadero de un punto cada una y para ser aprobado debe de tener al menos 6 preguntas respondidas correctamente.

Manipulador: 1 X 2 _____

Fecha: **11 Julio 2022**

1- ¿Las ETA's pueden ser evitadas implementado materias primas de calidad?

F _____ V X

2- Las materias primas de mejor calidad son las que producen chorizos de mejor calidad

F _____ V X

3- Es importante realizar el proceso de limpieza antes y después de cada proceso de manufactura

F _____ V X

4- Es importante rotar los productos de limpieza para evitar resistencia de los microorganismos a agentes limpiadores.

F _____ V X

5- Los equipos, utensilios y guantes de manipuladores deben limpiarse después de cada proceso y colocarse en un lugar seco

F _____ V X

6- Las materias primas deben de mantenerse en un lugar fresco y seco separado del producto terminado

F _____ V X

7- Las medidas de higiene son la forma más efectiva de evitar la proliferación bacteriana

F _____ V X

8- La indumentaria adecuada comprende: Gabacha larga, guantes, gafas de protección, mascarilla, botas y red para el cabello

F _____ V X

9- Las personas que están enfermas pueden trabajar en el proceso de manufactura

F X V _____

10- Un producto que cumple con las especificaciones microbiológicas es uno que no presentará daños en la salud de los consumidores.

F _____ V X



Examen para la verificación en la comprensión de la capacitación impartida a los manipuladores de la carne en la planta procesadora de embutidos



El examen consta de 10 preguntas de falso o verdadero de un punto cada una y para ser aprobado debe de tener al menos 6 preguntas respondidas correctamente.

Manipulador: 1 ___ 2 X

Fecha: **11 Julio 2022**

1- ¿Las ETA's pueden ser evitadas implementado materias primas de calidad?

F ___ V X

2- Las materias primas de mejor calidad son las que producen chorizos de mejor calidad

F ___ V X

3- Es importante realizar el proceso de limpieza antes y después de cada proceso de manufactura

F ___ V X

4- Es importante rotar los productos de limpieza para evitar resistencia de los microorganismos a agentes limpiadores.

F ___ V X

5- Los equipos, utensilios y guantes de manipuladores deben limpiarse después de cada proceso y colocarse en un lugar seco

F ___ V X

6- Las materias primas deben de mantenerse en un lugar fresco y seco separado del producto terminado

F ___ V X

7- Las medidas de higiene son la forma más efectiva de evitar la proliferación bacteriana

F ___ V X

8- La indumentaria adecuada comprende: Gabacha larga, guantes, gafas de protección, mascarilla, botas y red para el cabello

F ___ V X

9- Las personas que están enfermas pueden trabajar en el proceso de manufactura

F X V ___



10- Un producto que cumple con las especificaciones microbiológicas es uno que no representará daños en la salud de los consumidores.

F ___ V X

La capacitación se realizó el lunes 15 de diciembre del año 2021 y consistió en una reunión en la cual asistieron: el supervisor en turno de la instalación, los dos manipuladores de la carne y el evaluador. La capacitación se hizo de manera presencial utilizando diapositivas de PowerPoint para describir el contenido de la capacitación y los temas impartidos estaban enfocados en priorizar la higiene en los procesos de manufactura de embutidos.

Los exámenes se realizaron el 11 de julio del año 2022 y los resultados de los exámenes indican que los manipuladores han comprendido lo descrito en la capacitación, ya que ambos operarios aprobaron la evaluación realizada, además (en la metodología) se presentó una lista de chequeo que enumera un conjunto de elementos a evaluar a manera de lograr la inocuidad en la elaboración de los chorizos

A continuación, se presenta la lista de chequeo que se llenó en la evaluación en la embutidora, si bien el objetivo de la lista de chequeo es verificar la eficacia de la capacitación impartida al personal, la lista de chequeo planteada en esta investigación puede ser tomada como referencia en futuras investigaciones para la elaboración de procesos operativos estandarizados en el protocolo de limpieza y posibles puntos de mejora en los procesos de manufactura.

Universidad de El Salvador Facultad de Química y farmacia		LISTA DE CHEQUEO PARA LA VERIFICACION DE LA EFICACIA DE LA CAPACITACION IMPLEMENTADA AL PERSONAL DE LA INSTALACION			 
Fecha de aplicación: 15-07-22	Nombre de la instalación: Embutidos Pic – Nic	Fecha ultima limpieza: 15-07-22	Ultima verificación realizada: 11-12-22		
Sede de la instalación: Embutidora de Pic – Nic de Panchimalco					
Persona que aplica la lista de chequeo: Angel Antonio Morales Zavala					
ITEM	CRITERIO	PARAMETRO	CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES
HIGIENE EN EL PERSONAL					
1	PERSONAL	Correcto empleo de la técnica de lavado de manos antes de comenzar la manipulación de la carne		X	
2		No debe permitirse que aquellos que padecen Enfermedades infectocontagiosas, diarreas, heridas infectadas o abiertas, infecciones cutáneas o llagas, continúen con la manipulación de los alimentos, hasta que se verifique el buen estado de su salud.	X		
HIGIENE EN LA MANUFACTURA					
3	CONTAMINACION CRUZADA	Las materias primas se ubicarán por separado de los chorizos recién elaborados.	X		
4		El personal encargado de la manipulación de las materias primas se lava y desinfecta las manos antes de entrar en contacto con la carne.	X		
5		Las tablas y utensilios que se empleen para efectuar la manipulación de los alimentos deben ser diferentes para las materias primas y los alimentos.	X		
6		Las mesas de trabajo deben lavarse y desinfectarse después de utilizarse con alimentos crudos.	X		
SALUD, HIGIENE Y CAPACITACION DEL PERSONAL					
7	VESTIMENTA	Los manipuladores de alimentos (del área de cocina) deben usar ropa protectora de color blanco que les cubra el cuerpo, se lleva completamente cubierto el cabello y se tiene calzado apropiado	X		
8		Toda la vestimenta debe ser lavable, mantenerla limpia y en buen estado de conservación, a menos que sea desechable.	X		
9		El Personal que estará en contacto con la carne debe de usar ropa protectora en buen estado de conservación de higiene.	X		
CAPACITACION DEL PERSONAL					
10	CAPACITACION AL PERSONAL EN CONTACTO CON LA CARNE	La capacitación sanitaria de los manipuladores de alimentos es responsabilidad de la administración del establecimiento y tiene carácter obligatorio para el ejercicio de la actividad.	X		

11		Dicha capacitación debe efectuarse por lo menos cada seis (06) meses mediante un programa que incluya los Principios Generales de Higiene, las Buenas Prácticas de Manipulación de Alimentos, entre otros.	X		
12	VERIFICACION DE LA EFICACIA DE LAS CHARLAS	¿Se ponen en práctica las medidas de higiene descritas en las capacitaciones que se realiza al personal?	X		
13		¿Se han realizado análisis microbiológicos al producto terminado y a la instalación últimamente?	X		
14		¿Los resultados obtenidos en los análisis microbiológicos dan cumplimiento a las especificaciones descritas por las normativas?		X	
MEDIDAS DE SANEAMIENTO					
15	LIMPIEZA Y DESINFECCION DEL ESTABLECIMIENTO	¿Tiene en la instalación un Programa de Higiene y Saneamiento en el cual se incluyan los procedimientos de limpieza y desinfección?		X	
16		¿El programa de limpieza es eficaz para mantener en especificación el producto terminado?		X	
17		Los detergentes que se utilicen deben eliminar la suciedad de las superficies, manteniéndola en suspensión para su fácil eliminación y tener buenas propiedades de enjuague. Deben ser compatibles con otros productos desinfectantes empleados en el Programa de Higiene y Saneamiento y no ser corrosivos.	X		
18	PRACTICAS DE LIMPIEZA Y DESINFECCION	¿Se limpian y desinfectan las superficies de las áreas de trabajo, los equipos y utensilios, a diario? (tomando las precauciones adecuadas para que los detergentes y desinfectantes utilizados no contaminen los alimentos.)	X		
19		Inmediatamente después de terminar la jornada de trabajo o cuantas veces sea necesario, el equipo utensilios y pisos deben limpiarse minuciosamente y desinfectarse.	X		
CONTROL DE PLAGAS					
20	CONTROL DE PLAGAS	Es importante que la instalación se conserve libres de roedores e insectos. Para impedir el ingreso desde los colectores y en las redes de desagüe se colocarán mallas/tapas metálicas en su conexión con la red de desagüe.	X		
21		Queda expresamente prohibida la presencia de cualquier animal en cualquier área del establecimiento.	X		

Conclusión: Se debe implementar la limpieza y sanitización de los equipos, utensilios, guantes y superficies antes y después de ser utilizadas, y posteriores investigaciones se debe de diseñar un proceso operativo estandarizado para el proceso de limpieza que garantice la eficacia de la limpieza.

Angel Morales – Evaluador

CAPITULO V
RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

5.0 RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

La investigación bibliográfica fue realizada mientras se desarrollaba la investigación lo cual permitió realizar una mejor interpretación de los datos que surgieron en la evaluación microbiológica de la instalación.

5.1. Realizar análisis microbiológicos a chorizo de tuza, equipos, y manipuladores.

Las muestras fueron transportadas al laboratorio en hieleras para mantener la cadena de frio hasta el momento de su análisis en el mismo día.



Figura N°1. Muestra de chorizo de tuza previo al análisis microbiológico.

Resultados

Posterior al análisis de las muestras los resultados de la evaluación fueron los siguientes:

Al observar los resultados detallados en el cuadro N°4 correspondientes al primer muestreo presentan ausencia de *Salmonella* en las muestras, pero los recuentos de *E. coli* sobrepasaron los límites descritos a la normativa.

La higiene es sumamente importante en todas las etapas del proceso ya que son muchos los factores de riesgo que inciden en la calidad de las materias primas y del producto terminado, entre los factores que afectan la calidad de la carne se pueden mencionar: los sistemas agrícolas, prácticas de sacrificio y manipulación de la carne después del sacrificio, así como la higiene general en las diferentes etapas de la cadena de la carne, la excreción fecal de *Salmonella* y *E. coli* patógena constituye un factor importante de contaminación del ganado. De hecho, los patógenos excretados en las heces pueden contaminar el ambiente a través del cual otros bovinos pueden adquirir contaminación y portar la bacteria en su tracto digestivo y/o en su piel ⁽¹⁹⁾.

No obstante, se puede dictaminar que las muestras analizadas no cumplen con los lineamientos establecidos así que por lo tanto no se consideran aptos para el consumo. (Ver Anexo N°11: Tablas de resultados de análisis microbiológicos a chorizos de tuza, guantes de manipuladores y equipos). Se puede concluir que el recuento de las muestras superaba los límites descritos por las normativas debido a la falta de implementación de medidas de higiene en el proceso de manufactura como lo eran el correcto lavado de manos en el proceso de manufactura, además que existen elementos en la instalación que contribuyen a la contaminación como los estantes donde se almacenan los utensilios.

Muestreo 1

Cuadro N°4. Resultados del primer muestreo en la detección de *Salmonella spp* y *Escherichia coli* en el chorizo de tuza.

Determinación/	<i>Salmonella spp</i>	<i>Escherichia coli</i>	
Muestra	Límite		
	(Ausente en 25g)	m: <10 UFC/g	M: <10 ² UFC/g
	Resultado obtenido		
Chorizo de tuza 1	Ausente	4.3x10 ² UFC/g	
Chorizo de tuza 2	Ausente	6.2 x10 ² UFC/g	
Chorizo de tuza 3	Ausente	9.7x10 ² UFC/g	
Chorizo de tuza 4	Ausente	7.0x10 ² UFC/g	
Chorizo de tuza 5	Ausente	9.8x10 ² UFC/g	

En el muestreo de superficies vivas e inertes también se pudo observar que los recuentos de *Staphylococcus aureus*, coliformes y *Escherichia coli* sobrepasaron los límites descritos por la normativa.

Respecto al recuento de coliformes totales en manipulador y equipos, los niveles encontrados fueron mayores al descrito por la normativa, la instalación no cuenta con un protocolo de limpieza y sanitización que garantice un mayor control en la higiene en todos los aspectos de la planta debido a esto se considera que la contaminación microbiana está ligada a fallas en los procesos de limpieza, por eso se debe realizar Procesos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES) a la vez de implementar medidas correctivas para disminuir la carga microbiana en el procesos de manufactura.⁽¹⁹⁾

El *Staphylococcus áureos* al ser susceptible a agentes de limpieza es fácilmente eliminable de las superficies, así que al estar presente en las muestras indica que no se están realizando adecuadamente los procedimientos de limpieza.⁽⁶¹⁾ Además de la implementación de productos de limpiadores adecuados en el proceso de limpieza y sanitización, es por esto que tanto en el producto terminado como en las superficies los recuentos obtenidos incumplen con lo descrito en la normativa y hacen que el alimento sea inseguro para el consumo. Además, que el comportamiento del personal responsable de la manufactura de los chorizos influye enormemente en la carga microbiana presente en el producto, ya que se debe de utilizar la indumentaria necesaria como guantes, mascarilla, gorro y evitar hablar sobre las materias primas para evitar contaminación en el momento de la producción.

También se encontró presencia del patógeno en las muestras de guantes de manipuladores y equipos el cual era *Escherichia coli*, Se concluye que la presencia de este microorganismo en la instalación puede ser por no utilizar correctamente los productos de limpieza o no rotar entre estos ya que hay un incumplimiento en las normativas, el crecimiento de este microorganismo se puede evitar con la aplicación de distintos productos de limpieza y lavando periódicamente los equipos previo y posterior a su uso, así se evitaría que se generen biopelículas en las superficies de equipos. Para descartar la posibilidad de que los guantes de los manipuladores o equipos tengan biopelículas, se debe de realizar el muestreo, posterior al proceso de limpieza y previo a la manufactura de los chorizos. Con esto también se puede verificar si el proceso de limpieza es eficaz para mantener bajo control la carga microbiana en equipos y guantes de manipuladores.

Cuadro N° 5. Resultados de análisis microbiológicos de superficies vivas e inertes en el primer muestreo

Superficies						
	Vivas			Inertes		
	Limite permisible	Resultado obtenido		Limite permisible	Resultado obtenido	
		M1	M2		Mezcladora	Embutidora
Coliformes totales	<10 ² UFC/guante	4.8 x10 ² UFC/Guante	3.8 x10 ² UFC/ guante	<25UFC/25cm ²	4.1 x10 ² UFC/cm ²	3.5 x10 ² UFC/cm ²
<i>Staphylococcus aureus</i>	<10 ² UFC/guante	1.67 x10 ² UFC/guante	1.6 x10 ² UFC/ guante	---	<10UFC/cm ²	1x10 ² UFC/cm ²
Patógeno (<i>Escherichia coli</i>)	Ausencia /guante	4.4 x10 ² UFC/guante	3.6 x10 ² UFC/ guante	Ausencia / superficie muestreada	2.1x10 ² UFC/ superficie muestreada	1.5x10 ² UFC/ superficie muestreada

Muestreo 2

Los resultados presentan ausencia de *Salmonella* en las muestras, pero los recuentos de *E. coli* sobrepasaron los límites descritos a la normativa.

Las materias primas fuera de especificación hacen que varíe la cantidad de proteínas disponibles que permiten formar una mezcla cárnica estable, además como describe⁽²⁰⁾ utilizar diferentes partes de animales afecta las características de la emulsión cárnica por lo tanto afecta la calidad del producto terminado, si la carne no es adecuada o esta adulterada por ejemplo del tejido conectivo se pueden formar geles que son más débiles que las proteínas miofibrilares que

contiene la carne, por lo tanto se afecta las características finales del chorizo además, es posible que en los aditivos o residuos del animal con lo cual se adultera la carne pueden estar contaminados con microorganismos patógenos que comprometan la salud de los consumidores, debido Por lo anteriormente expuesto, es necesario el tomar acciones para mantener la disponibilidad de las materias primas adecuadas en toda la producción. ⁽²⁰⁾

Se dictaminó que las muestras analizadas no cumplen con los lineamientos establecidos, así que por lo tanto no se consideraban aptas para el consumo ya que el recuento de microorganismos en las muestras superaba los límites descritos por las normativas esto es posible a la calidad de las materias primas para evitar esta situación se debe de visitar los rastros productores de carne para verificar que a la carne no se agregan vísceras o pellejos que afecten la calidad microbiológica de los chorizos, y de esta forma se puede minimizar las fuentes de contaminación al ver el certificado de calidad de evaluaciones microbiológicas presentadas por los proveedores de carne.

Cuadro N°6. Resultados del segundo muestreo en la detección de *Salmonella spp* y *Escherichia coli* en el chorizo de tuza.

Determinación/ Muestra	<i>Salmonella spp</i>	<i>Escherichia coli</i>	
	Límite		
	(Ausente en 25g)	m: 10 UFC/g	M:10 ² UFC/g
Resultado obtenido			
Chorizo de tuza 1	Ausente	6.6 x10 ² UFC/g	
Chorizo de tuza 2	Ausente	6.0 x10 ² UFC/g	
Chorizo de tuza 3	Ausente	9.5 x10 ² UFC/g	
Chorizo de tuza 4	Ausente	9.7 x10 ² UFC/g	
Chorizo de tuza 5	Ausente	6.4 x10 ² UFC/g	

En el segundo el muestreo de superficies vivas e inertes también se pudo observar que los recuentos de *Staphylococcus aureus*, coliformes y *Escherichia coli* sobrepasaron los límites descritos por la normativa.

Para garantizar el cumplimiento de las medidas de higiene y limpieza en la instalación se debe implementar bitácoras sanitarias que permitan llevar un registro en las actividades sanitarias, permitiendo visualizar los puntos de mejora. Investigaciones anteriores describen que la implementación de procedimientos operacionales estandarizados para la sanitización de la planta es vital para evitar contaminación en la instalación, los procedimientos deben incluir aspectos como el correcto lavado de equipos y áreas, la técnica de lavado de manos, uso adecuado de la indumentaria como mascarillas, guantes nuevos y redes para el cabello todo a fin de disminuir la contaminación en el proceso de manufactura. ⁽²¹⁾

Los niveles de *Staphylococcus áureos* en manipuladores superaron lo descrito por la normativa obteniéndose valores de 1.23×10^2 UFG/Guante lo que indica que no se están realizando adecuadamente los procedimientos de limpieza o el uso de guantes limpios, debido a esto los recuentos obtenidos incumplen lo descrito en la normativa y hacen que el alimento sea inseguro para el consumo. También se encontró presencia del patógeno en las muestras de manipulador y equipos el cual era *Escherichia coli*, concluyendo, la contaminación se produce por deficiencias en el proceso de limpieza de equipos, el uso de guantes sucios y el uso inadecuado de la indumentaria en el momento de la producción, para evitar que la contaminación venga del manipulador se debe seguir las medidas de bioseguridad como el uso de mascarillas y guantes nuevos en cada proceso de manufactura.

Cuadro N°7. Resultados de análisis microbiológicos de superficies vivas e inertes en el segundo muestreo

Superficies						
	Vivas			Inertes		
	Limite permisible	Resultado obtenido		Limite permisible	Resultado obtenido	
		M1	M2		Mezcladora	Embutidora
Coliformes totales	<100UF C/mano	3x10 ² UFC/ Guante	3.4 x10 ² UFC/ Guante	<25UFC/2 5cm ²	1.0 x10 ² UFC/cm ²	1.5 x10 ² UFC/cm ²
<i>Staphylococcus aureus</i>	<100UF C/mano	3.6 x10 ² UFC/ Guante	3.6 x10 ² UFC/ Guante	---	0	0
Patógeno (<i>Escherichia coli</i>)	Ausencia /mano	3.5 x10 ² UFC/ Guante	4.4 x10 ² UFC/ Guante	Ausencia / superficie muestreada	8x10 UFC/ superficie muestreada	7x10 ² UFC/ superficie muestreada

Muestreo 3

Como se puede ver en los muestreos realizados había ausencia de *Salmonella* en las muestras analizadas, esto quiere decir que en la instalación no hay una fuente de contaminación que incida en los chorizos de tuza. La contaminación por *Salmonella* es algo de incidencia a nivel mundial, ya que la posibilidad de que los embutidos sean vehículos de estos microorganismos es muy palpable. ⁽²¹⁾

Por esto la ausencia de este microorganismo en los chorizos demuestra que las materias primas utilizadas se encuentran libres de *Salmonella*. Pero al interpretar los resultados obtenidos los recuentos de *E. coli* sobrepasaron las especificaciones, aquí se puede plantear la idea respecto al origen de la

contaminación de las muestras. Al ser un embutido fresco ⁽²¹⁾ no pasa por un proceso de maduración, por esto debe de ser inocuo y mantenerse en refrigeración previo a cocinarse. Se considera que la fuente de contaminación de *Escherichia coli* en los chorizos eran los guantes utilizados, pero también es posible que si los guantes son nuevos estos vienen de un proceso generalmente más inocuo que la producción de carne entonces es posible que la contaminación venga de la carne.

Posiblemente la contaminación venga del agua utilizada en los lavados de equipos o manufactura ya que a esta materia prima no se le hace ningún control de calidad. ya que estos no eran lavados antes y después de ser utilizados. Los resultados permiten dictaminar que las muestras analizadas no cumplían con los lineamientos establecidos, por lo tanto, los chorizos no se consideran aptos para el consumo, para obtener resultados más representativos y poder buscar las posibles fuentes de contaminación en el chorizo, se realizó la recolección de muestra en el inicio, a mediados y a finalizar el proceso de fabricación, entonces los resultados fueron planteados en el cuadro anterior.

Los chorizos de tuza al ser un alimento que no requiere un proceso de maduración se consideran listos para cocinar posteriormente a su fabricación por eso es que se busca la inocuidad en la manufactura para garantizar la presentación de un alimento seguro que no presentará riesgos en la salud del consumidor.

Cuadro N°8. Resultados del tercer muestreo en la detección de *Salmonella spp* y *Escherichia coli* en el chorizo de tuza.

Determinación/ Muestra	<i>Salmonella spp</i>	<i>Escherichia coli</i>	
	Límite		
	(Ausente en 25g)	m: 10 UFC/g	M:10 ² UFC/g
Resultado obtenido			
Chorizo de tuza 1	Ausente	2.6 x10 ² UFC/g	
Chorizo de tuza 2	Ausente	6.2 x10 ² UFC/g	
Chorizo de tuza 3	Ausente	2.9 x10 ² UFC/g	
Chorizo de tuza 4	Ausente	3.1 x10 ² UFC/g	
Chorizo de tuza 5	Ausente	4.7 x10 ² UFC/g	

Los recuentos de *Staphylococcus aureus*, coliformes totales y *Escherichia coli* en el tercer muestreo de superficies vivas e inertes, sobrepasaron los límites permisibles. Respecto a las coliformes totales en manipulador, el valor promedio obtenido estaba en niveles de 3.6x10² UFC/mano lo cual superaba lo descrito por la normativa.

Como describe la literatura el diseño de la instalación debe ser en base a un conjunto de factores como: la demanda del mercado, el suministro de materias primas, a la tecnología de los equipos, la ubicación metropolitana, y el financiamiento⁽²²⁾ por esto hay que adecuar toda la instalación para evitar que haya contaminación proveniente del exterior que afecte la calidad microbiológica de los embutidos, además hay que retirar de los estantes cualquier tipo de elemento ajeno al área de producción para evitar la acumulación de polvo y partículas viables en el proceso.

El diseño de la instalación debe de estar acorde a todas las actividades que se realizaran dentro de la planta, como se describe en investigaciones anteriores no es posible identificar un material resistente al ataque bacteriano apropiado para todos los fines, pero en estudios comparativos describen que el acero inoxidable ha demostrado ser el material con menor adherencia a microorganismos o el de más fácil limpieza.⁽²²⁾ por lo tanto lo ideal es que los equipos y superficies contacto con la carne deben de ser de acero inoxidable de grado alimenticio. Un mal diseño en la instalación como las puertas y ventanas facilita la aparición de fuentes de contaminación en la planta embutidora, estas deben de estar acondicionadas para evitar el ingreso del aire proveniente del exterior. Se concluyó que la embutidora tiene fallas en su diseño que facilita la proliferación de *E. coli*, bacterias coliformes y *Staphylococcus aureus* ya que las estanterías donde deberían estar materias primas o aditivos alimentarios se encontraban utilizadas por recipientes o envoltorios de insumos usados. En la figura N°2 se puede ver que la zona donde se trabaja con la embutidora se encuentra ventilada por el aire proveniente del exterior lo que facilita que en la mezcla cárnica caigan partículas viables transportadas por el polvo proveniente del exterior.

Como se puede ver en el cuadro N°9 se describe presencia de patógeno en las muestras de guantes de manipulador y equipos, el patógeno fue *Escherichia coli*, con los resultados obtenidos se determinó que las muestras superaban los límites descritos por las normativas, y que la fuente de contaminación en la instalación era proveniente del exterior. Por lo tanto, se debe de mejorar la infraestructura a manera de aislar los procesos de manufactura del exterior, y para evitar posibles fuentes de contaminación se debe de utilizar agua de buena calidad microbiológica para la limpieza de equipos, utensilios, superficies y el lavado de manos. Posteriormente para conocer el estado de la instalación se deben hacer muestreos ambientales al inicio de la producción con el fin de conocer las posibles fuentes de contaminación en el inicio del proceso de manufactura.

Cuadro N°9. Resultados de análisis microbiológicos de superficies en el tercer muestreo

Superficies						
	Vivas			Inertes		
	Limite permisible	Resultado obtenido		Limite permisible	Resultado obtenido	
		M1	M2		Mezcladora	Embutidora
Coliformes totales	<100UFC/ mano	3.0x10 ² UFC/ Guante	3.4x10 ² UFC/ Guante	<25UFC/ 25cm ²	1.0x10 ² UFC/cm ²	9.0x10 UFC/cm ²
<i>Staphylococcus aureus</i>	<100UFC/ mano	1.09x10 ² UFC/ Guante	1.30x10 ² UFC/ Guante	---	<10UFC/cm ²	<10UFC/cm ²
Patógeno (<i>Escherichia coli</i>)	Ausencia /mano	3.5x10 ² UFC/ Guante	4.4x10 ² UFC/ Guante	Ausencia / superficie muestreada	1.2x10 ² UFC/ superficie muestreada	9.0x10 UFC/ superficie muestreada



Figura N°2. Personal preparando la embutidora para ser operada

Comparando el recuento de *Staphylococcus áureos* en el tercer muestreo se superó lo descrito por la normativa respecto a los guantes de manipuladores, obteniéndose valores de 1.30×10^2 UFC/ guante, lo que indica que los guantes al no ser lavados correctamente son fuente de contaminación, para evitar esto se debe de comenzar a utilizar guantes descartables y utilizar un par nuevo cada vez que se realizar un proceso de manufactura, además, la instalación no está adecuadamente aislada del intemperie para poder garantizar que el exterior no afecte el proceso de manufactura , en la imagen anterior se puede observar que es necesario rediseñar la estantería del área de fabricación, ya que hay elementos que contribuyen a la acumulación de polvo y al aumento de las partículas viables, esto último representa una importante fuente de contaminación que produce recuentos elevados en los chorizos de tuza

5.2. Comparar los resultados obtenidos con las normativas establecidas las cuales son el RTCA 67.50.04.17 y la Norma peruana 467-2017.

En la evaluación de la calidad microbiológica de la instalación se compararon con las especificaciones descritas por las normativas con el fin de saber si la instalación manufactura alimentos seguros.

Se realizó la detección de presencia o ausencia de *Salmonella* y el recuento microbiano de *Escherichia coli* en el producto terminado y como se puede ver en la tabla N°3 las muestras de chorizo de tuza presentaron ausencia de *Salmonella spp*, y en los resultados del recuento de *E. coli* se encontraron niveles que se encontraban entre valores de 1×10^2 y 1×10^3 UFC/g los cuales superaba los límites descritos respecto a la *E. coli*. Este alimento al ser un embutido crudo no madurado⁽¹⁹⁾, no se somete a un proceso de conservación que disminuya su carga microbiana sino hasta el momento de ser cocinado, por esto representa un riesgo a la salud de los consumidores si no se cocina adecuadamente.

La normativa describe que solo 2 muestras de 5 pueden llegar a tener entre 10 y 10^2 UFG/g y el resto debe tener menos de 10UFG/g pero se encontró que de cada 5 muestras, 5 superaban las 10^2 UFG/g por lo tanto todos los lotes evaluados no se consideran aptos para el consumo humano⁽¹⁹⁾

Salmonella

Para todas las muestras analizadas y que fueron inoculadas en placas con agar *Salmonella – Shigella* se pudo visualizar que no hubo crecimiento en ninguna placa indicando la ausencia de *Salmonella* en las muestras, por lo tanto, se daba cumplimiento en la normativa respecto a *Salmonella*, pero no se considera seguro debido a la presencia de otros microorganismos.

Escherichia coli

Había crecimiento de colonias moradas características de *Escherichia coli* en las placas inoculadas con agar Chromocult, en todas las placas se sobrepasa las especificaciones establecidas en el RTCA 67.04.50:17 “Criterios microbiológicos para la inocuidad de los alimentos.” Si bien, es un alimento crudo, no quiere decir que este deba de superar las especificaciones, se debe ser más riguroso en las medidas de higiene a la vez que se aplican las buenas prácticas de manufactura en la preparación de los embutidos, para presentar un alimento inocuo y seguro. Por lo tanto, se concluyó que los chorizos de tuza no eran aptos para el consumo humano. (Ver anexo N°11: Tablas de resultados de los análisis microbiológicos de chorizo de tuza). En las siguientes tablas se muestran los resultados obtenidos los análisis

TABLA N°2. Resultados obtenidos de las muestras de chorizo de tuza
Muestreo de superficies inertes

Determinación/ Muestra	Fecha: 01 – Nov- 2021			Fecha: 20 - Nov - 2021			Fecha: 10 – Dic – 2021		
	<i>Salmonella</i>	<i>Escherichia coli</i>	Cumplimiento	<i>Salmonella</i>	<i>Escherichia coli</i>	Cumplimiento	<i>Salmonella</i>	<i>Escherichia coli</i>	Cumplimiento
	(Ausente en 25g)	m: 10 UFC/g M: 10 ² UFC/g	Resultado obtenido:	(Ausente en 25g)	m: 10 UFC/g M: 10 ² UFC/g	Resultado obtenido:	(Ausente en 25g)	m: 10 UFC/g M: 10 ² UFC/g	Resultado obtenido:
Chorizo de tuza 1	Ausente	4.3 x10 ² UFC/g	No Cumple	Ausente	6.6 x10 ² UFC/g	No Cumple	Ausente	2 x10 ² UFC/g	No Cumple
Chorizo de tuza 2	Ausente	6.2 x10 ² UFC/g	No Cumple	Ausente	6.0 x10 ² UFC/g	No Cumple	Ausente	6.2 x10 ² UFC/g	No Cumple
Chorizo de tuza 3	Ausente	9.7 x10 ² UFC/g	No Cumple	Ausente	9.5 x10 ² UFC/g	No Cumple	Ausente	2.9 x10 ² UFC/g	No Cumple
Chorizo de tuza 4	Ausente	7.0 x10 ² UFC/g	No Cumple	Ausente	9.7 x10 ² UFC/g	No Cumple	Ausente	3.1 x10 ² UFC/g	No Cumple
Chorizo de tuza 5	Ausente	9.8 x10 ² UFC/g	No Cumple	Ausente	6.4 x10 ² UFC/g	No Cumple	Ausente	4.7 x10 ² UFC/g	No Cumple

En el Anexo N° 11: Tablas de resultados de análisis microbiológicos para superficies inertes se puede visualizar los resultados obtenidos en el análisis de equipos.

Como se puede apreciar los resultados obtenidos en los análisis no tienen cumplimiento con la normativa ya que la carga microbiana supera los límites permisibles. El patógeno era la *Escherichia coli* de la cual se obtuvo crecimiento esto quiere decir que las superficies analizadas tenían una carga microbiana que constituye una fuente de contaminación para el producto terminado.

Una de las fuentes de contaminación en superficies pueden ser los elementos ajenos al proceso de manufactura que pueden acumular polvo, además es posible que los equipos no cuenten con un adecuado proceso de limpieza que garantice la eliminación de biopelículas, debido a esto es importante realizar el procedimiento de limpieza y sanitización antes y después de cada producción, sobre todo si se fabricaron productos diferentes, ya que de esta forma se evita una fuente de contaminación, hay que tomar en cuenta sobre rotar los productos de limpieza en cada procedimiento realizado evitando la resistencia microbiana a los agentes limpiadores.

Coliformes totales: Se obtuvieron recuentos altos de colonias características de coliformes totales en los muestreos de superficies inertes que sobrepasaron los límites permisibles por lo tanto no se da cumplimiento a la normativa. Esto significa que el proceso de limpieza no es eficaz para disminuir la carga microbiana, sino que también hay que utilizar diferentes productos de limpieza.

Escherichia coli: Se puede ver en la tabla de resultados, que el recuento microbiano de colonias características de *E. coli* fue mayor al límite permisible admitido en la normativa, se presentaban niveles de microorganismos de

2.1x10²UFC /superficie muestreada lo cual incumplía con la normativa la cual describe ausencia de patógeno en superficie muestreada, debido a esto no se considera que los chorizos fabricados en estas condiciones sean aptos para el consumo, si bien este alimento debe ser sometido a una cocción adecuada este debe de ser seguro y cumplir con las especificaciones microbiológicas

Staphylococcus aureus: Se observó crecimiento de colonias propias a la morfología macroscópica del *Staphylococcus aureus* en las muestras de superficies inertes obteniéndose recuentos altos, para descartar falsos positivos se realizó la prueba de la coagulasa a la cual resultó ser positivo, esto ya representa un riesgo de contaminación al producto terminado.

A continuación, se presenta la tabla N°3 con los resultados obtenidos en el muestreo de guantes de manipuladores.

TABLA N°3. Resultados obtenidos del muestreo de superficies inertes.

Superficies inertes								
		Fecha: 01 – Nov - 2021		Fecha: 20 – Nov – 2021		Fecha: 10 – Dic – 2021		Cumpli miento
	Limite permisi ble	Mezcl adora	Embut idora	Mezcl adora	Embut idora	Mezcl adora	Embut idora	
Coliform es totales	<25 UFC/su perficie muestre ada	4.1 x10 ² UFC/ superfi cie	3.5 x10 ² UFC/ superfi cie	1.0x 10 ² UF C/ superfi cie	1.5 x10 ² UFC/ superfi cie	1.0 x10 ² UFC/ superfi cie	9.0 x10 UFC/ superfi cie	No cumple
<i>Staphylo coccus aureus</i>	<10 UFC / superfi cie	<10 UFC / superf icie	1.0 x10 ² UFC/ superfi cie	<10 UFC / superf icie	<10 UFC / superf icie	<10 UFC / superf icie	<10 UFC / superf icie	No cumple
Patóge no (<i>Escheri chia coli</i>)	ausenci a / superfic ie muestre ada	2.1 x10 ² UFC/ superfi cie	1.5 x10 ² UFC/ superfi cie	8.0 x10 UFC/ superfi cie	7.0 x10 UFC/ superfi cie	1.2 x10 ² UFC/ superfi cie	9.0 x10 UFC/ superfi cie	No cumple

Como se puede ver en la tabla N°4 el recuento microbiano en las muestras de superficies vivas, sobrepasan las especificaciones descritas por las normativas, por esto se considera que la carga microbiana en los manipuladores es suficiente para considerarse una fuente de contaminación en la instalación, haciendo que los productos manufacturados sean inseguros para la salud de los consumidores. El muestreo se realizó cuando el personal estaba realizando sus actividades de

producción utilizando la indumentaria disponible para la protección personal, y se realizó el hisopado en las manos protegidas con guantes.

Coliformes totales:

Se obtuvo crecimiento de colonias características a microorganismos coliformes en las placas con medio de cultivo que sobrepasaba el límite permisible por la normativa, esto quiere decir que los manipuladores no habían realizado un correcto lavado de manos y/o higienización de guantes previo a la toma de muestra.

Escherichia coli

En la determinación del patógeno en las muestras analizadas, se obtuvieron colonias características de *E. coli* en las placas con medio de cultivo, y la normativa indica que debe haber ausencia del patógeno en la superficie muestreada para considerar ausente de patógenos. Al no cumplir con las especificaciones existe el riesgo de contaminación al producto terminado.

Staphylococcus aureus

Se obtuvo crecimiento de *Staphylococcus aureus* en las placas que fueron inoculadas con la muestra de guantes de manipuladores, de los cuales se obtuvieron recuentos que sobrepasaban lo descrito por la normativa demostrando que las muestras analizadas tenían una gran carga microbiana lo que representa un riesgo de contaminación cruzada entre las superficies como en el producto terminado. Respecto a los muestreos de la instalación se puede mencionar que no se logra recrear un ambiente de sanidad al momento de la manufactura, prueba de esto es que la carga microbiana reportada en las muestras está en niveles de 3.8×10^2 UFC/mano. El manipulador es el vector por excelencia de este microorganismo por eso es importante cumplir con las

medidas de higiene⁽¹⁹⁾. En el Anexo N°11: (Resultados de análisis microbiológicos de superficies vivas e inertes) se puede visualizar los resultados de los manipuladores y de equipos a manera de facilitar la interpretación de resultados.

TABLA N°4. Resultados obtenidos del muestreo de superficies vivas

Superficies Vivas								
		Fecha: 01 – Nov - 2021		Fecha: 20 – Nov – 2021		Fecha: 10 – Dic – 2021		Cumplimiento
	Limite permisible	Manipulador 1	Manipulador 2	Manipulador 1	Manipulador 2	Manipulador 1	Manipulador 2	
Coliformes totales	<100 UFC / mano	4.8 x10 ² UFC/ superficie	3.8 x10 ² UFC/ superficie	3.0 x10 ² UFC/ superficie	3.4 x10 ² UFC/ superficie	3.0 x10 ² UFC/ superficie	3.4 x10 ² UFC/ superficie	No cumple
<i>Staphylococcus aureus</i>	<100 UFC / mano	1.3 x10 ² UFC/ superficie	3.8 x10 ² UFC/ superficie	3.6 x10 ² UFC/ superficie	3.6 x10 ² UFC/ superficie	3.6 x10 ² UFC/ superficie	3.6 x10 ² UFC/ superficie	No cumple
Patógeno (<i>Escherichia coli</i>)	<ausencia / mano	4.4 x10 ² UFC/ superficie	3.6 x10 ² UFC/ superficie	3.5 x10 ² UFC/ superficie	4.4 x10 ² UFC/ superficie	3.5 x10 ² UFC/ superficie	4.4 x10 ² UFC/ superficie	No cumple

5.3. Dar a conocer los resultados obtenidos a los dueños de la planta procesadora de embutidos con el fin de saber el estado de la instalación.



Universidad de El Salvador
Facultad de Química y Farmacia
Noviembre 2021 - Diciembre 2022.



Reporte de los resultados obtenidos en los análisis microbiológicos obtenidos en la planta procesadora de embutidos

Presentado por: Angel Antonio Morales Zavala

Resultados

-Detección de *Salmonella spp* en chorizo de tuza

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la detección de *Salmonella spp* en las muestras de chorizo de tuza

Como se puede ver en los muestreos realizados a los chorizos de tuza, se encontró ausencia de *Salmonella spp* en todas las muestras de chorizo analizadas, esto da cumplimiento a la normativa respecto a este microorganismo, pero el alimento no se considera seguro debido a la presencia de otros microorganismos

-Recuento de *Escherichia coli* en chorizo de tuza

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la detección de *Escherichia coli* en las muestras de chorizo de tuza

Los niveles de *Escherichia coli* en los muestreos iniciales se encontraban en valores de 7.6×10^2 UFC/g los cuales superaban lo descrito por el RTCA, en el tercer muestreo se pudo registrar una disminución de microorganismo en los chorizos producidos. La figura N°3 describe una tendencia decreciente en los niveles de este patógeno en las muestras de chorizo, es posible que se deba a la implementación de algunas medidas correctivas en el ordenamiento de la instalación, por ejemplo: retirar de los estantes cualquier tipo de elementos ajenos al área de producción como indumentaria, cajas o recipientes vacíos que puedan facilitar la acumulación de polvo y partículas viables. Además, se debe de emplear la limpieza de equipos antes y después de ser utilizados para evitar la formación de biopelículas en los equipos y se produzca contaminación el proceso de manufactura.

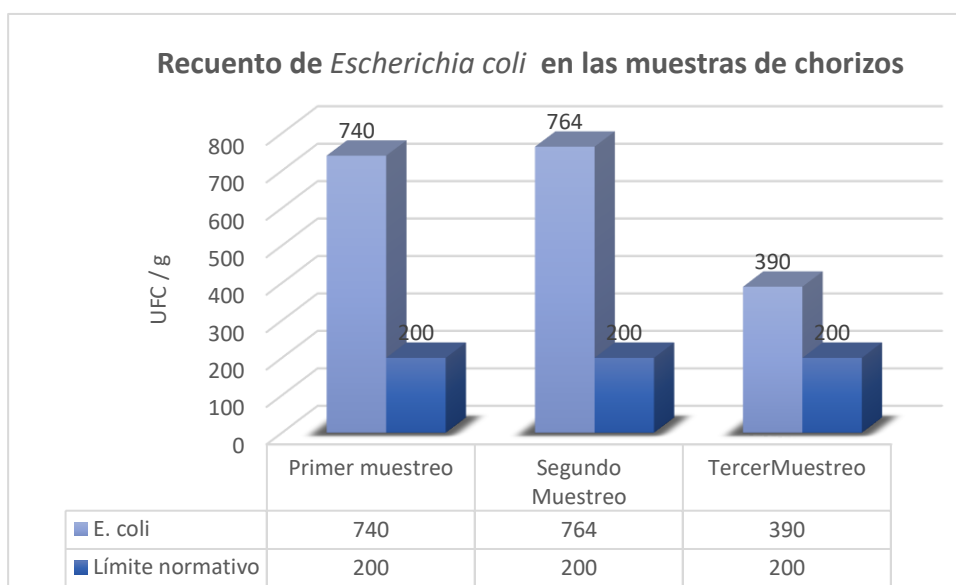


Figura N°3. Recuento de *Escherichia coli* en las muestras de chorizo de tuza

Recuento de coliformes en mezcladora y embutidora

- Recuento de bacterias coliformes en equipos y guantes de manipuladores

La Figura N°4 describe los recuentos de coliformes obtenidos en los tres muestreos realizados en los equipos de la instalación, se compararon los recuentos obtenidos con los límites descritos por la normativa y como se puede ver los niveles de coliformes en los equipos ha disminuido entre muestreo, pero sigue sobrepasando las especificaciones de la normativa.

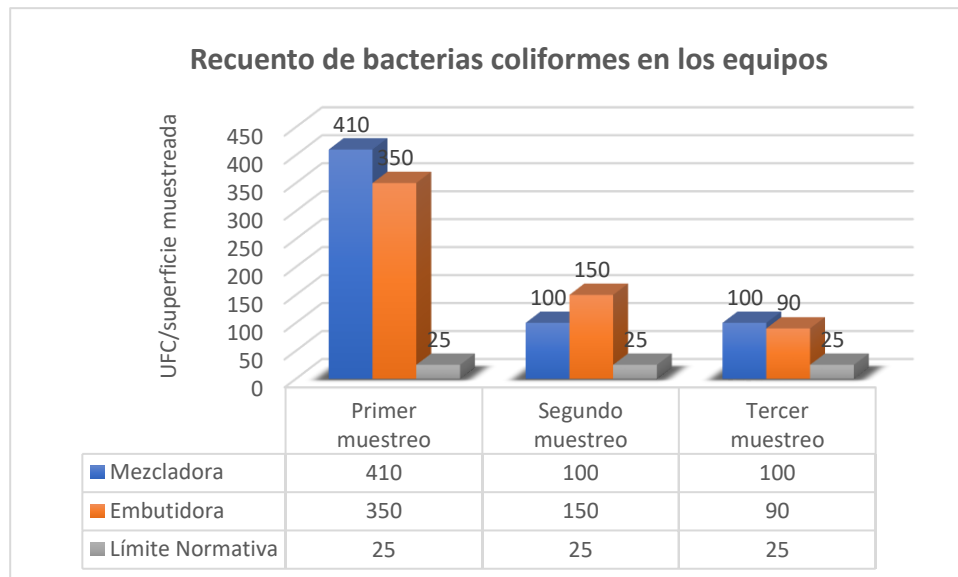


Figura N°4. Recuento de bacterias coliformes en mezcladora y embutidora

Recuento de coliformes en guantes de manipuladores

Se puede concluir que la instalación tiene muchas fuentes de contaminación que inciden en el producto terminado haciendo que éste esté fuera de especificación respecto a las coliformes totales y que represente un riesgo en la salud de los consumidores. Los niveles de coliformes fuera de especificación indican que no se están implementando medidas de higiene como el lavado de manos, o que la

limpieza de los guantes utilizados no es la adecuada, además se debe de tener materias primas de calidad para evitar que la contaminación venga por parte de los productores de la carne haciendo que los chorizos se encuentren fuera de especificación. Este alimento al no someterse a un proceso de maduración posterior a su manufactura debe estar dentro de especificación para que luego de cocinarse se considere seguro para el consumo humano.

Vale la pena indicar que el agua es otra materia prima a la cual hay que hacerle control de calidad

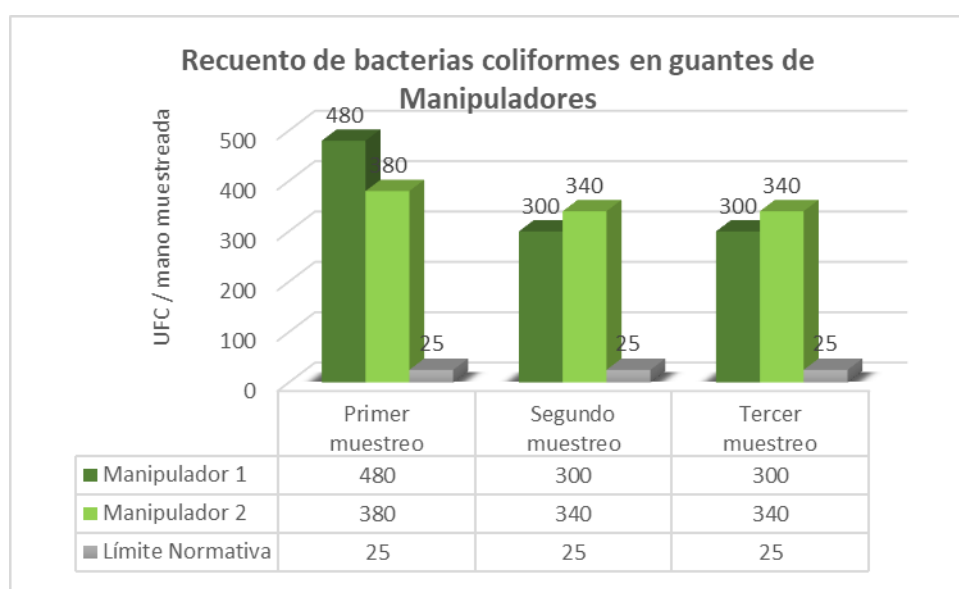


Figura N°5. Recuento de bacterias coliformes en los guantes de manipuladores de la carne

- Detección de *Staphylococcus aureus* en equipos y guantes de manipuladores

Detección de *Staphylococcus aureus* en embutidora y mezcladora

Se reportó la suma de 3 placas de la misma dilución que hacen 1mL, y se tomó la dilución 10^{-3} ya que en esta se obtuvieron recuentos entre 25 y 250 UFC, posteriormente el recuento se multiplica por el factor de dilución para conocer la cantidad de colonias por placa. La figura N°6 presenta los resultados obtenidos del recuento de *Staphylococcus aureus* en los equipos, y los niveles superaban lo descrito por la normativa. El manipulador es una de las fuentes más importantes de contaminación que incide directamente en la calidad del producto terminado, los recuentos elevados de este microorganismo indican que no se está empleando correctamente el lavado de equipos ya que este microorganismo es fácilmente eliminable por los productos de limpieza. La falta de medidas de higiene facilita que su población aumente rápidamente en las superficies como, por ejemplo: en piel, en las manos, ropa o equipos como la mezcladora y la embutidora produciendo toxinas que son más peligrosas que la infección en sí. Es importante realizar un proceso de limpieza y sanitización antes y después de cada fabricación de chorizos para evitar generar contaminación cruzada.

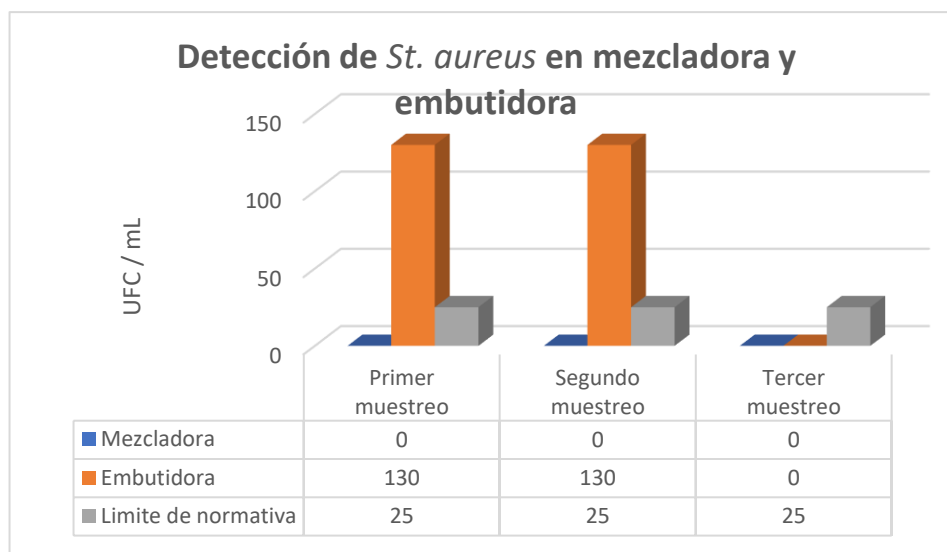


Figura N°6. Recuento de *Staphylococcus aureus* en equipos

Detección de *Staphylococcus aureus* en guantes de manipuladores.

En los gráficos siguientes se describe de manera resumida los recuentos obtenidos de *Staphylococcus aureus* en los guantes de manipuladores seleccionados. Se reportó la suma de 3 placas de la misma dilución que hacen 1mL, y se tomó la dilución 10^{-3} ya que en esta se obtuvieron recuentos entre 25 y 250 UFC.

En las figuras 7 y 8 se presentan los resultados obtenidos en los recuentos de *Staphylococcus aureus* en los guantes de los manipuladores seleccionados. En el primer muestreo de guantes de los manipuladores 1 y 2 se puede ver que los niveles de *St. aureus* se encontraban en valores de 160UFC superando los límites establecidos en la normativa.

Los resultados describen que los guantes de manipuladores son una de las fuentes de contaminación, por lo tanto, la implementación de medidas de higiene es un factor determinante en la fabricación de un alimento inocuo, y los resultados obtenidos en muestreos posteriores indican que en la instalación existen fuentes de contaminación que inciden en la calidad de los chorizos fabricados.

El *St. aureus* es susceptible a los agentes de limpieza por lo tanto es posible que los agentes de limpieza utilizados no sean eficaces para disminuir la carga microbiana en los guantes, además, es importante emplear el lavado de manos antes y después de manipular la carne para evitar la contaminación cruzada en el proceso de manufactura.

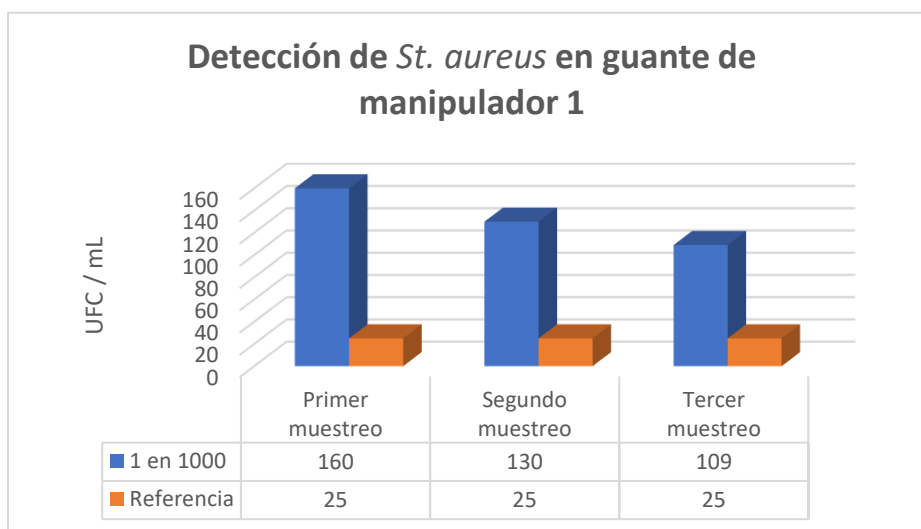


Figura N°7. Detección de *St. aureus* en el guante del manipulador 1

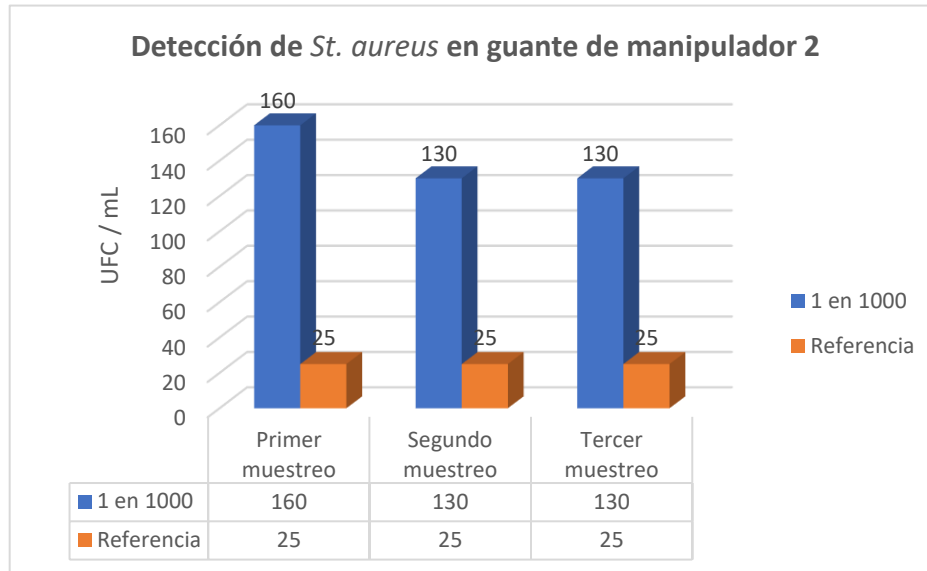


Figura N°8. Detección de *St. aureus* en el guante del manipulador 2

5.4.CAPACITACION AL PERSONAL EN LO REFERENTE A LA MANIPULACION HIGIENICA EN LA PREPARACIÓN DE LOS ALIMENTOS

Se realizó una charla al personal encargado de la manufactura de los chorizos, en la cual se hizo una capacitación referente a la manipulación higiénica en la preparación de los alimentos, además se presentaron los resultados obtenidos en los análisis microbiológicos hechos en la investigación, mientras se proponen herramientas para poder verificar el impacto de la capacitación en el personal de la planta.

5.4.1. Contenido de la capacitación

El contenido de la capacitación se describe en el Anexo N°10 y la finalidad de la capacitación es dar a conocer a los trabajadores y dueños de la planta los resultados obtenidos en evaluaciones microbiológicas previas realizadas al producto terminado esto con el objetivo de que se realicen medidas correctivas para evitar fuentes de contaminación en la instalación y de esta forma manufacturar un producto que cumpla con las especificaciones sanitarias regionales y no comprometa la salud del consumidor.

5.4.2. Verificación de la eficacia de la capacitación

Para conocer si las capacitaciones impartidas generan un impacto en el personal que manipula la carne, se plantean herramientas que permiten visualizar si los trabajadores son conscientes de las Buenas Prácticas de Manufactura en la elaboración de alimentos. En la lista de chequeo se enumera un conjunto de elementos que tienen como objetivo fomentar el uso de las medidas de higiene, además, se presenta una evaluación dirigida a los trabajadores que han recibido la capacitación con la finalidad de reforzar las ideas descritas en la charla.

CAPITULO VI
CONCLUSIONES

6.0 CONCLUSIONES

1. Todas las muestras de chorizo evaluadas presentaron ausencia de *Salmonella spp.*
2. Las muestras de chorizo de tuza evaluadas superaron los límites de *Escherichia coli* establecidos por el RTCA debido a esto se concluye que los chorizos de tuza no eran aptos para el consumo ya que presentan un riesgo a la salud al ser ingeridos.
3. Todas las muestras de guantes, mezcladora y embutidora superaron los límites descritos por la normativa de referencia, pero eran los guantes los que tenían una mayor fuente de contaminación dentro de la instalación, los microorganismos encontrados fueron *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* los cuales superaron lo descrito por la normativa.
4. Se concluyó que el proceso de limpieza y sanitización en la instalación no es eficaz para mantener dentro de especificaciones a los microorganismos en la embutidora, además que hay un conjunto de elementos ajenos al área de producción que no son limpiados y que no deben permanecer en dicha área, además, para evitar fuentes de contaminación es importante realizar control de calidad en el agua, materias primas, y de los procesos de limpieza.
5. En base a los resultados obtenidos en el muestreo de superficies se concluye que los alimentos producidos en la instalación presentan niveles microbianos que superan las especificaciones descritas por el RTCA 67.04.50:17 "Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos.", y al ser ingeridos sin una correcta cocción pueden producir una enfermedad de transmisión alimentaria, debido al riesgo de infección que presenta el alimento no se considera seguros para el consumo.

CAPITULO VII
RECOMENDACIONES

7.0 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la gerencia general de la planta realizar una reevaluación en el diseño de la instalación, para distinguir las diferentes áreas de acuerdo a los procesos que se realicen en cada una. A manera de evitar las fuentes de contaminación provenientes de afuera de la planta de procesamiento, como puede ser el viento del exterior.
2. Para evitar las fuentes de contaminación en la planta, se debe realizar análisis al agua utilizada para la limpieza de superficies, utensilios y lavado de manos. Los elementos innecesarios para la producción se deben almacenar en estado limpio y seco en estanterías adecuadas, para evitar la acumulación de polvo, además que en el ingreso de áreas críticas debe de haber pediluvios para evitar contaminación del exterior al interior de la instalación o viceversa.
3. Los operarios de producción deben verificar que se realice el proceso de limpieza con una frecuencia preestablecida a través de un programa anual, esto enfocada a equipos, utensilios, guantes y superficies, haciéndolo antes y después de cada proceso de manufactura, usando agua purificada y rotando los productos de limpieza entre los lavados para luego almacenarlos en un lugar seco hasta su posterior uso.
4. El personal de control de calidad debe realizar periódicamente análisis microbiológicos en guantes de manipuladores, equipos, el agua utilizada en la limpieza de superficies y utensilios, y del producto terminado ya que de esa forma se tiene una idea de la carga microbiana en la instalación y permite hacer más énfasis en deficiencias de la implementación de las medidas de higiene y poder saber el origen de la contaminación.

5. Se debe de realizar un seguimiento o estudio de proveedores a manera de ser meticuloso en la selección de materias primas usadas en el procesamiento de los chorizos, se debe verificar el certificado de calidad emitido por el Ministerio de Salud, y de ser posible visitar los rastros de procesamiento para ver que la carne no sea adulterada con viseras u otros restos del animal.
6. La gerencia general debe capacitar al personal periódicamente respecto a las buenas prácticas de manufactura en alimentos sobre todo a los trabajadores que estén involucrados en la producción de los chorizos ya que de esta forma se evitan acciones que puedan producir una contaminación cruzada en el proceso de manufactura.
7. El personal de bodega debe de mantener el producto terminado y materias primas en temperaturas seguras, el chorizo de tuza es un alimento que no es sometido a un tratamiento térmico en su manufactura por esto debe ser un alimento inocuo, para esto se debe mantener la cadena de frio en todas las etapas de procesamiento o almacenaje, de esta forma se evita un incremento en la carga microbiana.
8. Para evitar la contaminación del manipulador hacia el producto y viceversa, los operarios de producción deben utilizar la indumentaria adecuada para el proceso de manufactura además de la implementar de manera correcta la técnica de lavado de manos utilizando jabón y agua filtrada, esto se debe de realizar antes y después de que el manipulador se involucre con los procedimientos de manufactura, en el cual siempre se debe utilizar guantes limpios.

BIBLIOGRAFIA

1. Comité de Seguridad Alimentaria Mundial. 1999. Importancia de la calidad Inocuidad de los alimentos para los países en desarrollo. 25º período de sesiones. FAO. Roma, 31 de mayo al 3 de junio.
2. Viera, C.F. (2011) “Manual de Buenas Prácticas de Manufactura y procedimientos Operacional de Sanitización Estándar para la Industria de Embutidos”. Guayaquil, Ecuador.
3. Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. “Inocuidad Alimentaria” Comisión del Codex Alimentarius 1999
4. López, K.M., Ramírez, V.L. (2014) “Cuantificación de la concentración de nitrito de sodio en salchicha, jamón y mortadela comercializados en supermercados de un municipio de Santa Ana en el año 2013”. San Salvador, El Salvador.
5. Horcada, A. Polvillo, O. (2010) “Conceptos básicos de la carne”. Capítulo 5. Universidad de Sevilla. España.
6. OMS | El Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer evalúa el consumo de la carne roja y de la carne procesada. 2015 [citado el 22 de febrero de 2023]; Disponible en: <https://apps.who.int/mediacentre/news/releases/2015/cancer-red-meat/es/index.html>
7. Hernandez, G.I. (2010) “Propuesta para la implementación de buenas prácticas de manufactura de alimentos preparados en sección de cocina en el mercado municipal de San Miguelito”. San Salvador, El Salvador.

8. CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología). Carne y Productos cárnicos. Embutidos crudos y cocidos NSO: 67.02.13:98.
9. Norma Salvadoreña NSO 67.02.13:98 “carne y productos cárnicos. Embutidos crudos y cocidos.” (2018)
10. Instituto Nacional de Aprendizaje. (2017) “Manual didáctico de refuerzo para la manipulación de alimentos”. Costa Rica.
11. Norma general para los aditivos alimentarios. Codex Stan 102-1995 adoptado en 1995. Revisión 1997, 1999, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2021.
12. Guía técnica para el Análisis Microbiológico de Superficies vivas e inertes en contacto con Alimentos y Bebidas N° 461-2007. Las Normas Legales de Perú (2007) Ministerio de Salud.
13. Organización mundial de la Salud en conjunto a la Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS) 2001 “Enfermedades de Trasmisión Alimentaria”
14. [who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-\(non-typhoidal\)#:~:text=Salmonella%20es%20un%20género%20de,Salmonella%20bongori%20y%20Samonella%20enterica](http://who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-(non-typhoidal)#:~:text=Salmonella%20es%20un%20género%20de,Salmonella%20bongori%20y%20Samonella%20enterica)
15. Betelgeux.es. [cited 2023 Feb 24]. Available from: <http://www.betelgeux.es/blog/2016/01/19/escherichia-colicaracteristicas-patogenicidad-y-prevencion-i/>

16. Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnologías Médicas (2015) “Enfermedades Trasmítidas por los Alimentos”. Gobierno de Argentina. Argentina.
17. Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:17 “Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos.” (2017)
18. Center for Food Safety, Applied Nutrition. Bacteriological analytical manual (BAM) [Internet]. U.S. Food and Drug Administration. FDA; [cited 2023 Feb 23]. Available from: <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bacteriological-analytical-manual-bam>
19. Niyonzima E, Ongol MP, Kimonyo A., Sindie M (2015) “Risk Factors and Control Measures for Bacterial Contamination in the Bovine Meat Chain: A Review on *Salmonella* and Pathogenic *E. coli*”
20. Feldman P, Etcheverry ML, Melero M, Janin A. (2000) “GUIA DE APLICACIÓN DE BUENA PRÁCTICAS DE MANUFACTURA DE FAENA DE CERDOS Y ELABORACIÓN DE DERIVADOS”. Pag 132
21. Rivas, O.E., Girón, K.R., Bonilla, D.E. (2008) “Evaluación de la calidad higiénica de la carne de res a nivel de mercado municipal, supermercado, y carnicerías de la ciudad de San Miguel”. San Miguel, El Salvador.
22. Rompiche AY, (2018) “Estandarización de los parámetros de calidad para el procesamiento de una línea de productos cárnicos embutidos” Ciudad de Guatemala, Guatemala

23. Bravo SO, Sarmiento AG, (2003) "Investigación del grupo *Salmonella* en las carnes embutidas" 2ª. ed. Medellín. Universidad Nacional de Colombia. Colombia
24. Romano, M. (2012) "Prediseño de una planta procesadora de productos cárnicos con enfoque de sistemas integrados de gestión." San Salvador, El Salvador
25. Bacteriological Analytical Manual, 8th Edition, Revision A, 1998. Chapter 12.
26. COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCION SOCIAL. Decreto 3075 de 1997. Bogotá: s.n. 1997. Artículo 2.
27. Feldman P, Etcheverry ML, Melero M, Janin A. (2000) "GUIA DE APLICACIÓN DE BUENA PRÁCTICAS DE MANUFACTURA DE FAENA DE CERDOS Y ELABORACIÓN DE DERIVADOS". Pag 132
28. Marianne H, Marion D, Hanne I. et al (2014)" Persistence of foodborne pathogens and their control in primary and secondary food production chains" United States
29. Amaro, C.P. (2018) "La inocuidad Alimentaria en los Productos Cárnicos como Particular Referencia a los Productos Avícolas." Boletín Veterinario Oficial. Gobierno de Chile.
30. Análisis microbiológico a los alimentos (2011) Metodología analítica oficial. Volumen 1. Ministerio de Salud. Argentina.
31. Andrews W.H., Flowers R.S., Silliker J., & Bailey S. (2001) "Salmonella". In: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 4th ed. Downs F.P. & Ito K. (Eds.) APH4A. Washington: 357-380.

32. AOAC INTERNATIONAL. 1995. Official Methods of Analysis, 16th ed., sec. 975.55. AOAC INTERNATIONAL, Arlington, VA.
33. Avalos GJ, Cruz RC. (2007) “Elaboración de un manual de buenas prácticas de manufactura y de procedimientos operacionales estándares de sanitización en la industria de carnes rojas” San Salvador, El Salvador. Págs. 101-103
34. BAM chapter 3: Aerobic plate count [Internet]. U.S. Food and Drug Administration. FDA; [citado el 6 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-3-aerobic-plate-count>
35. BAM Chapter 4: Enumeration of Escherichia coli and the Coliform Bacteria [Internet]. U.S. Food and Drug Administration. FDA; [citado el 6 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-4-enumeration-escherichia-coli-and-coliform-bacteria>
36. Beilei G, F Wang, M Sjölund-Karlsson and PF. McDermott. 2013. Antimicrobial resistance in *Campylobacter*: Susceptibility testing methods and resistance trends. J Microbiol Methods. 95:57-67.
37. Bello, M. (2019) “Auditoría ambiental de desechos e una empresa que elabora embutidos de productos cárnicos en la ciudad de Guayaquil”. Guayaquil. Ecuador.
38. Bennett, R.W., M. Yeterian, W. Smith, C.M. Coles, M. Sassaman, and F.D. McClure. 1986. Staphylococcus aureus identification characteristics and enterotoxigenicity. J. Food Sci. 51:1337-1339.

39. Benites, C.A., Chinchilla, C.G., Castillo, M.C. (2015) "Evaluación de Buenas prácticas de manufactura en el departamento de alimentos y bebidas de hotel Terraza" San Salvador, El Salvador.
40. Boletín Epidemiológico periodo de vacaciones de Semana Santa, año 2019, Ministerio de salud, San Salvador. El Salvador
41. Carballo S. (2003) "Diagnóstico y propuesta de operaciones de garantía y control de calidad en la industria de procesamiento de productos cárnicos" San Salvador, El Salvador.
42. Carrasco Zúñiga, Renato Iván. (2017). Enfermedades transmitidas por los alimentos: una mirada puntual para el personal de salud. Foodborne diseases: a time view for healt personnel., Vol. 37.
43. Chacón, C.A., Herrera, F.O. (2009) "Estudio de inocuidad y buenas prácticas de manufactura en restaurantes del área metropolitana de San Salvador desarrollado en el municipio de Antiguo Cuscatlán" San Salvador, El Salvador.
44. Coliform and *Escherichia coli* Counts in Foods. By Rehydrated Film (2002) AOAC Official Method 991.14. United States.
45. Medio selectivo Oxford para la determinación de *Listeria Monocytogenes*
46. Conferencia regional de la FAO para Europa, Montepelier, Francia 2004. 24^a Tema 6 "INOCUIDAD Y CALIDAD DE LOS ALIMENTOS EN EUROPA: ASPECTOS RELACIONADOS CON LA CALIDAD, EL EQUILIBRIO NUTRICIONAL, LA IMPORTANCIA DE LOS TERRENOS AGRÍCOLAS Y EL PATRIMONIO CULTURAL

47. Comité de Seguridad Alimentaria Mundial. 1999. Importancia de la calidad Inocuidad de los alimentos para los países en desarrollo. 25º período de sesiones. FAO. Roma, 31 de mayo al 3 de junio.
48. Corry, J.E.L., Curtis, G.D.W., Braid, R.M. (2003) Handbook of Culture Media for Food Microbiology, volume 37, Elsevier Science.
49. Curtis, G.D.W., Mitchell, R.G., King, A.F. and Griffin, E.J. 1989a. A selective differential medium for the isolation of *Listeria monocytogenes*. Lett.Appl. Microbiol. 8 95-98.
50. Dale, Carolina. Meléndez, Marjorie. (2010). Propuesta para la implementación de buenas prácticas de manufactura de alimentos preparados en sección de cocina en el mercado municipal de san jacinto. San salvador El Salvador.
51. De la cruz, V. (2018) “Diseño de un Check list basado en la norma ARCSA DE-067-2015-GGG para la fábrica de embutidos “MAYBE” de la ciudad de Latacunga” Ambato, Ecuador.
52. D’Aoust J., Maurer J. & Bailey J.S. (2001). Salmonella Species. In: Food Microbiology. Fundamentals and Frontiers. Doyle M., Beuchat L.R. & Montville T.J. (Eds.) 2d. ed. ASM Press USA: 141-157.
53. Escamilla-Gutiérrez A, E Escamilla-Avilés y Pl. Cauich-Sánchez.(2003). Búsqueda y desarrollo de un medio cromogénico para el diagnóstico de la campilobacteriosis. Tesis de licenciatura. E.N.C.B., I.P.N.

54. Escamilla-Gutiérrez A, PI Cauich-Sánchez, RM Ribas-Jaimes. (2005). Determinación de factores de virulencia en cepas de *Campylobacter* spp- por métodos moleculares y cultivos celulares. Tesis de maestría. EN.C.B.I.P.N.
55. Espinales, K.P. (2012) “Análisis microbiológico para control cualitativo de carne ovina y caprina, seca y salada”. Braganza, Portugal.
56. E.T. Ryser, C.W. Donnelly. Compendium of Methods for the Microbiological Examinations of Foods, Chapter 36, Listeria, p. 343-353, 1996.
57. Evolución de precios y consumo de carne bovina en El Salvador (2016) Gobierno de El Salvador.
58. Food and Drug Administration (2003) “Bacteriological Analytical Manual”. 9th ed. Arlington, VA: AOAC.
59. Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria. (2006) “Listeria Monocytogenes”. Álava. España.
60. Guía didáctica sobre la manipulación de alimentos (2012) Ministerio de Salud. El Salvador.
61. Gia, M. (2016). “Incidencia de los microorganismos mesófilos en las enfermedades transmitidas por alimentos que se presentan en los grupos vulnerables” Machala. Ecuador.
62. Khaled, M.B. Kaddour, Z. (2011) Hygiène des viandes importées : Étude microbiologique el Physicochimique des viandes Bovines Congelées Issues de l’Importation. Sidi Bel Abbes, Argelia.

63. Koch J, Stark K. Significant Increase of Listeriosis in Germany - Epidemiological patterns 2001-2005. p. 631, Euro Surveill, 2006; 11(6).
64. López, K.M., Ramírez, V.L. (2014) "Cuantificación de la concentración de nitrito de sodio en salchicha, jamón y mortadela comercializados en supermercados de un municipio de Santa Ana en el año 2013". San Salvador, El Salvador.
65. Marianne H, Marion D, Hanne I. et al (2014) "Persistence of foodborne pathogens and their control in primary and secondary food production chains" United States
66. Mark D, Rickman, D. (2009) Computable General Equilibrium (CGE) Modeling for Regional Economic Development Analysis
67. Manual of Methods of Analysis of Foods, Microbiological Testing. (2012) Food safety and standards authority of india ministry of health and family welfare government of India. New Delhi, India.
68. Marshall, R. T. (1992) Standard methods for the examination of Dairy Products. American Public Health Association. Copyright, Washington, D.C.
69. Mendoza E, Calvo MC. Bromatología. Composición y Propiedades de los alimentos. 1a ed. Mc Graw-Hill Interamericana; México 2010. p. 163-176.
70. Microorganisms in Food, Microbiological Specifications of Food Pathogens. Chapter 8, Listeria monocytogenes, p. 141, ICMSF, 1996.
71. Miranda, J.R. (2013) "Mejores prácticas en la preparación de alimentos en la micro y pequeña empresa". San Salvador, El Salvador.

72. Montalvo, R.E., Rivera, E.N. (2012) "Evaluación microbiológica de alimentos en cafetines de dos centros escolares del área metropolitana de San Salvador." San salvador, El Salvador
73. Norma Oficial Mexicana. NOM-114-SSA1-1994. Bienes y Servicios. "Método para la determinación de Salmonella en alimentos".
74. Norma Internacional ISO 19011. (2018). "Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión".
75. Oliva, P. (2009) CONSTRUCCIÓN DE LISTA DE CHEQUEO EN SALUD. LA METODLOGÍA PARA SU CONSTRUCCIÓN. GOBIERNO DE CHILE, MINISTERIO DE SALUD
76. Oumokhtar. B, (2008) Analyse microbiologique de la viande hachée bovine commercialisée a Fez, Maroc. Fez, Marruecos.
77. Quiroga, A. (2008) "Elaboración e implementación de las Buenas Prácticas de Manufactura en la Planta Procesadora de Carnes Frías "CARFRICAS". Bogotá. Colombia.
78. Reid C., Santín, C. Feldman P. (2018). Guía de buenas prácticas de manufactura para servicios de comidas." Secretaria de Agroindustria, Buenos aires, Argentina.
79. Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.54:10 "Alimentos y Bebidas Procesadas. Aditivos Alimentarios." (2018)

80. Rodas, V. C., Rodríguez, M. G. (2015) "Determinación de *Clostridium perfringens* en materia prima cárnica de la empresa ITALIMENTOS" Ciudad de Cuenca, Ecuador.
81. Salazar, S.I. (2004) "Manual de procedimientos para la aplicación de buenas prácticas de manufactura de acuerdo a la legislación alimentaria en El Salvador." San salvador El Salvador
82. Salifou, C.F.A., Boko, K.C., Attakpa T.E., Agossa R., Ogbankotan I., Farougou, S. (2013) Evaluation de la qualité bactériologie de viande fraîche de bovins abattus aux abattoirs de Cotonou-Porto-Novo au cours de la chaîne de distribution. Journal of Animal % Plant Science, volume 17.
83. Saracco A. Fernández, R. (2015) "Guía de prevención, diagnóstico, tratamiento y vigilancia epidemiológica del botulismo alimentario." Departamento de Salud, Buenos aires, Argentina.
84. Sperber, W.H., and S.R. Tatini. 1975. Interpretation of the tube coagulase test for identification of *Staphylococcus aureus*. Appl. Microbiol. 29:502-505.
85. Spencer J.F.T., Ragout A.L., (2001) Food Microbiology Protocols. New Jersey. United States.
86. Sistema de calidad e inocuidad de los alimentos (2012) Manual de capacitación sobre higiene de los alimentos y sobre el sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (APPCC). Publicado por la Organización de las Naciones Unidas. Roma, Italia.

87. Summary of Notifiable Diseases in the United States, 2008, Morbidity and Mortality Weekly Report. Centers for Disease Control and Prevention.
88. USDA. MLG 8.07. Isolation and identification of *Listeria monocytogenes* from Red Meat, Poultry, Egg and Environmental Samples. Effective Date: 8/3/03.
89. Velasco A, José R. (2009) “Estudio de inocuidad y buenas prácticas de manufactura desarrollado en los municipios de Apopa, Ayutuxtepeque, Mejicanos, San Marcos y San Martín”. San Salvador, El Salvador.
90. Viera, C.F. (2011) “Manual de Buenas Prácticas de Manufactura y procedimientos Operacional de Sanitización Estándar para la Industria de Embutidos”. Guayaquil, Ecuador.
91. Zavala, M. (2011) “El concepto de calidad de alimentos I” Dirección General de Competitividad Agraria, Perú

ANEXOS

ANEXO N°1

Clasificación de los productos cárnicos según el RTCA 67.04.50:17

Grupo 8:

Carnes y productos cárnicos: esta categoría incluye todos los tipos de productos cárnicos, de aves de corral y caza, en piezas y cortados o picados, refrigerados o congelados, empacados y procesados, incluyendo empanizados, marinados, tenderizados, rebozados y carnes enlatadas.

8.1 Subgrupo del alimento: productos cárnicos crudos empacados, refrigerados o congelados en cortes, piezas, picados, molidos, embutidos crudos o formados, incluyendo empanizados y rebozados, marinados, tenderizados. No incluye materias primas, ni productos de aves de corral y caza.

NOTA: Para los formados crudos se deberá incluir en un lugar visible de la etiqueta las instrucciones de cocción necesarias para mitigar el riesgo, en cumplimiento con el RTCA etiquetado general de los alimentos previamente envasados (preenvasados).

8.3 Subgrupo del alimento: cárnicos cocidos, incluyendo los curados o ahumados.

Ejemplos: embutidos, formados, tocineta, paté, chuleta ahumada, costillas ahumadas, cortes cocidos de aves de corral y caza, vacunos, porcinos, entre otros.

ANEXO N°2

Tabla 5. Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de Alimentos. Según guía técnica para el Análisis Microbiológico de Superficies vivas e inertes en contacto con Alimentos y Bebidas N° 461-2007, proveniente de las Normas Legales de Perú del Ministerio de Salud

SUPERFICIES VIVAS				
Método Enjuague	Vivas		Pequeñas o internas	
Determinación	Límite de detección del método	Limite permisible	Límite de detección del método	Limite permisible
Coliformes totales	<100UFC/ manos	<100UFC/manos	<25UFC/superficie muestreada	<25UFC/superficie muestreada
<i>Staphylococcus aureus</i>	<100UFC/ manos	<100UFC/manos	-----	-----
<i>Salmonella spp</i>	Ausencia/manos	Ausencia/manos	Ausencia/superficie muestreada	Ausencia/superficie muestreada
SUPERFICIES INERTES				
Método hisopo	Superficie Regular		Superficie Irregular	
Determinación	Límite de detección del método	Limite permisible	Límite de detección del método	Limite permisible
Coliformes totales	<0.1 UFC/cm ²	<1 UFC/cm ²	<10 UFC/superficie muestreada	< 10 UFC/superficie muestreada
<i>Salmonella spp</i>	Ausencia/100cm ²	Ausencia/100cm ²	Ausencia/superficie muestreada	Ausencia/superficie muestreada

ANEXO N°3

Tabla N°6. Límites microbianos descritos en el RTCA 67.04.50:17

REGLAMENTO TÉCNICO CENTROAMERICANO

RTCA 67.04.50:17
1ª Revisión

8.0. Grupo del Alimento: carnes y productos cárnicos.

8.1. Subgrupo del alimento: productos cárnicos crudos empacados, refrigerados o congelados en cortes, piezas, picados, molidos, embutidos crudos o formados, incluyendo empanizados y rebozados, marinados, tenderizados. No incluye materias primas, ni productos de aves de corral y caza.

Parámetro	Plan de muestreo				Límite	
	Tipo de alimento	Clase	n	c	m	M
<i>Escherichia coli</i> O157:H7 (carne molida, picada y tortas para hamburguesas, embutidos crudos o formados, carnes marinadas, rebozadas, tenderizadas y empanizadas).	A	2	5	0	Ausencia/25 g	---
<i>Escherichia coli</i> (excepto carne molida, picada y tortas para hamburguesas, embutidos crudos o formados, carnes marinadas, rebozadas, tenderizadas y empanizadas).		3		2	10 UFC/g	10 ² UFC /g
<i>Salmonella spp.</i>		2		0	Ausencia/25 g	---

ANEXO N°4
Materiales y reactivos

Medios y reactivos para identificación de coliformes totales y *Escherichia coli*.

Medio de cultivo:

- Agar Chromocult

Composición (g/litro):

Peptones 3.0; sodium chloride 5.0, sodium dihydrogen phosphate 2.2, di-sodium hydrogen phosphate 2.7, sodium pyruvate 1.0, tryptophane 1.0, agar-agar 10.0, Sorbitol 1.0, Tergitol® 7 0.15, 6-chloro-3-indoxyl-beta-D-galactopyranoside 0.2, isopropyl-beta-D-thiogalactopyranoside 0.1.

Diluyente:

- Agua peptonada
- Buffer fosfato

Medios y reactivos para identificación de *Salmonella spp.*

Medios de cultivo:

- Agar: XLD

Composición (g/litro)

Xilosa 3,5 g, L-Lisina 5,0g, Lactosa 7,5g, sacarosa 7,5g, Cloruro sódico 5,0g, Extracto de levadura 3,0g, Rojo fenol 0,08g, Desoxicolato de sodio 2,5g, Tiosulfato sódico 6,8g, Citrato férrico de amonio 0,8g, Agar 13,5g

- Agar SS

Composición (g/litro)

Agar bacteriológico 13.5, Sales biliares 8.5, Verde brillante 0.0003, Lactosa 10, Extracto de carne 5, Rojo neutro 0.025, Mezcla de peptona 5, Citrato de sodio 8.5, Tiosulfato de sodio 8.5, Citrato férrico 1.

- Caldo Rappaport

Composición (g/litro)

Tryptone 4.54 g, Cloruro sódico 7.2g, Fosfato monopotásico 1.45g, Cloruro de magnesio anhidro 13.4g, Oxalato de verde malaquita 0.036g

- Caldo Tetracionato

Composición (g/litro)

Sales biliares 1g, Carbonato cálcico 10g, Mezcla de peptona 5g, Tiosulfato de sodio 30g.

Diluyente:

- Caldo lactosado

Composición (g/litro)

Extracto de carne 3.0g, Peptona 5.0g, Lactosa 5.0g

Medios y reactivos para identificación de *Staphylococcus aureus*.

Medio de cultivo

- Baird-Parker

Composición (g/litro)

Tryptone 10.0 g, extracto de carne 5.0g, extracto de levadura 1.0g, Cloruro de litio 5.0g, Glicina 12.0g, Piruvato sódico 10.0g, Telurito potásico 0.1g, Agar 20.0g, Emulsión de yema de huevo 50.0 mL.

Diluyente:

- Agua peptonada
- Buffer fosfato

ANEXO N°5

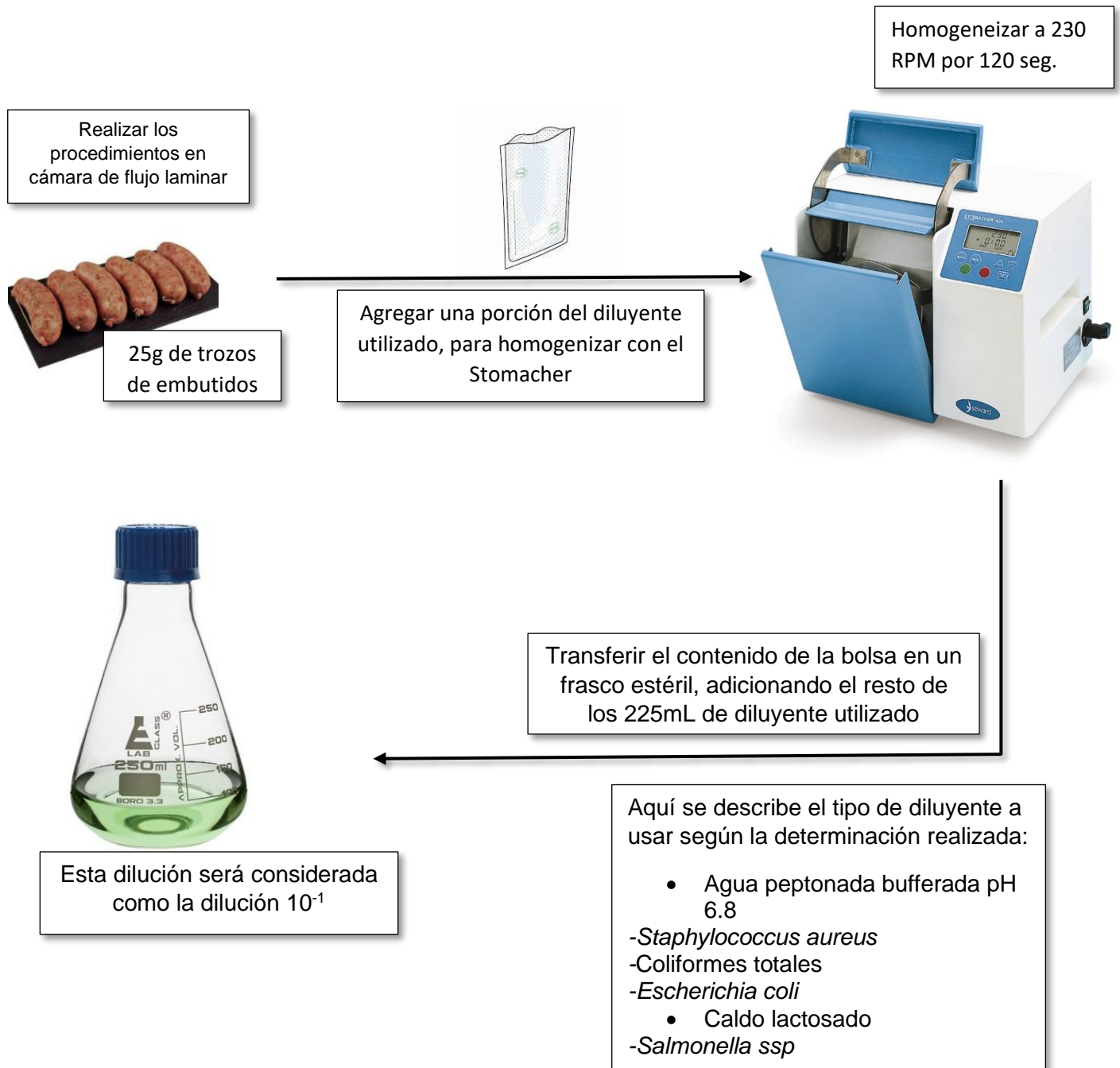


Figura N°9. Pretratamiento de la muestra de embutidos

ANEXO N°6

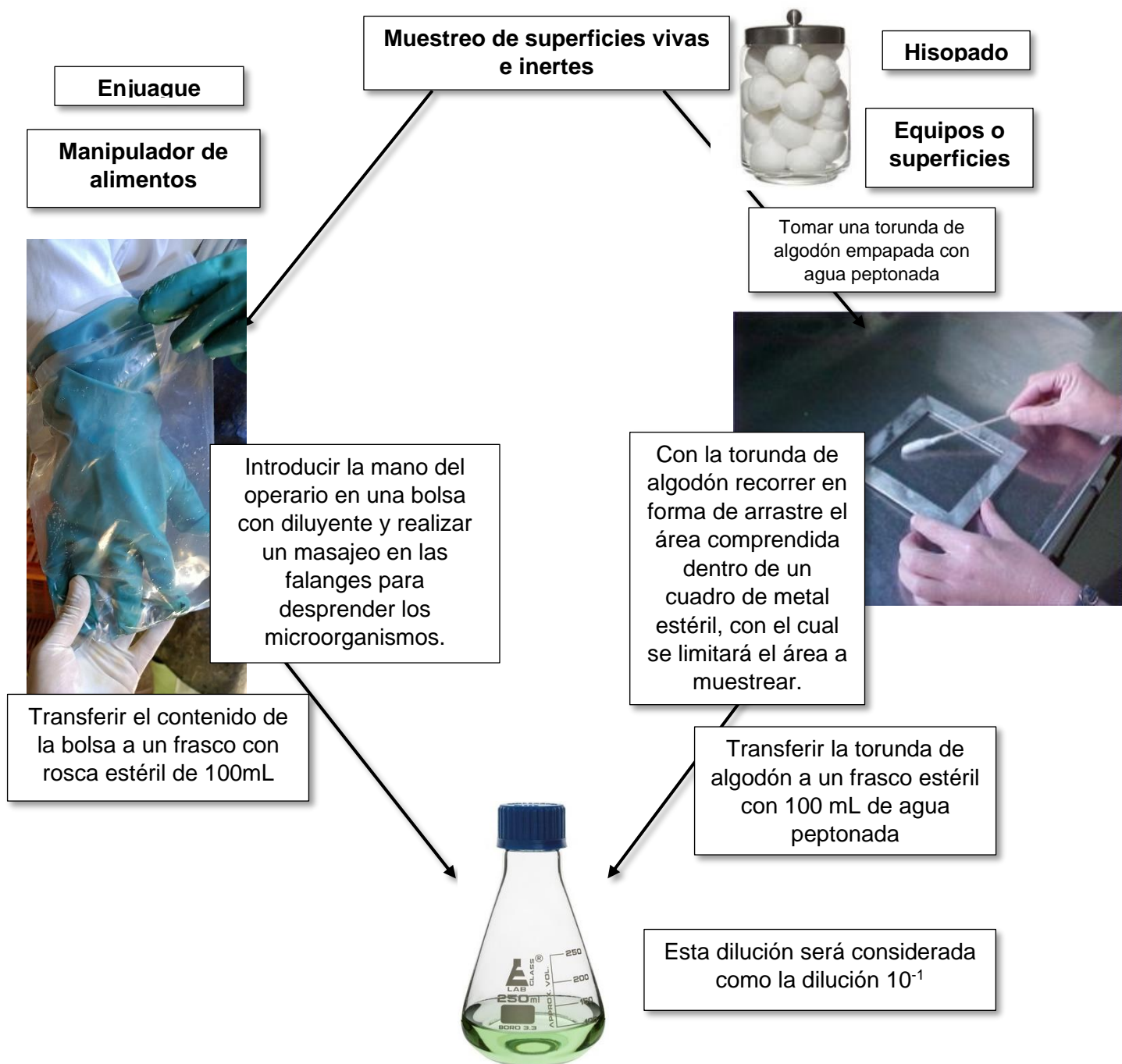
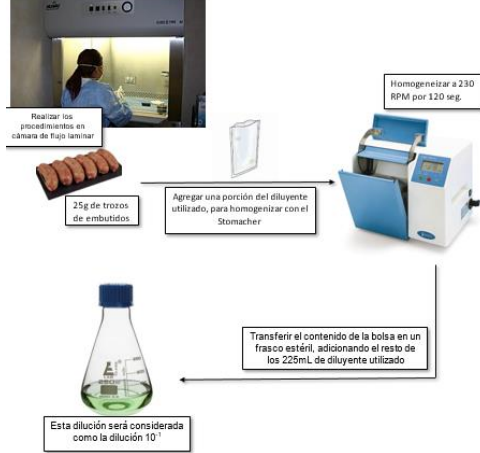


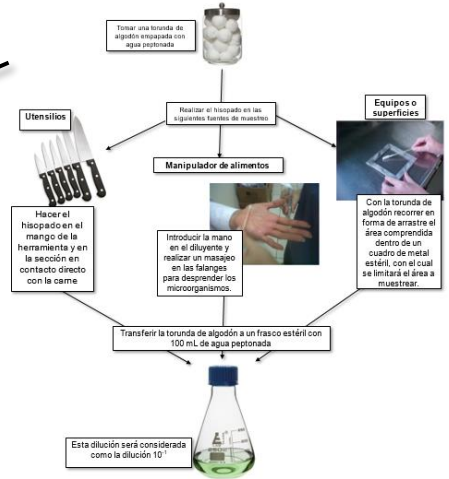
Figura N°10. Diagrama de procedimiento de hisopado en superficies o equipos, y guantes de manipuladores

ANEXO N°7

Pretratamiento de la muestra de embutidos



hisopado de utensilios superficies o equipos, y manipuladores en la planta



Realizar el pretratamiento de la muestra para la obtención de la dilución 10^{-2} .

Realizar las diluciones seriadas para obtener diluciones 10^{-2} , y 10^{-3}

Dilución 10^{-1}

Tomar 10 mL de dilución 10^{-1} y diluir en 90 mL de diluyente.

Tomar 10 mL de dilución 10^{-2} y diluir en 90 mL de diluyente.

Dilución 10^{-2}

Dilución 10^{-3}

Resultados esperados:
-Coliformes totales: Colonias rosadas.
-E. coli: Colonias moradas.

Tomar 1 mL sembrar en cajas Petri

Adicionar 15-18mL de agar Chromocult

Incubar a 35°C por 24 horas.

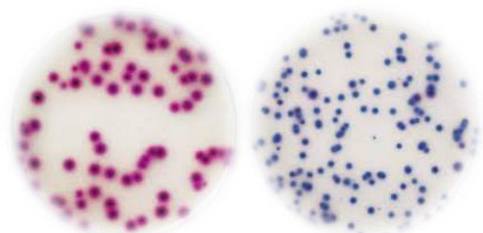
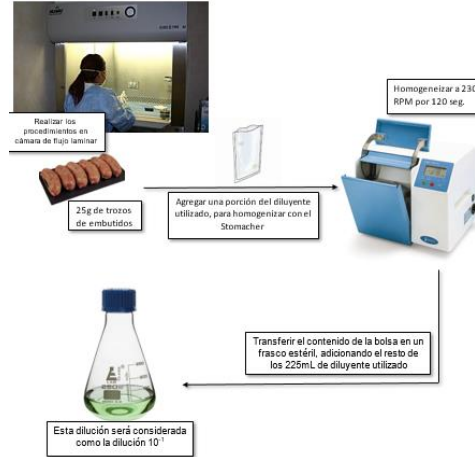


Figura N°11. Recuento de coliformes totales, y *Escherichia coli*.

ANEXO N°8

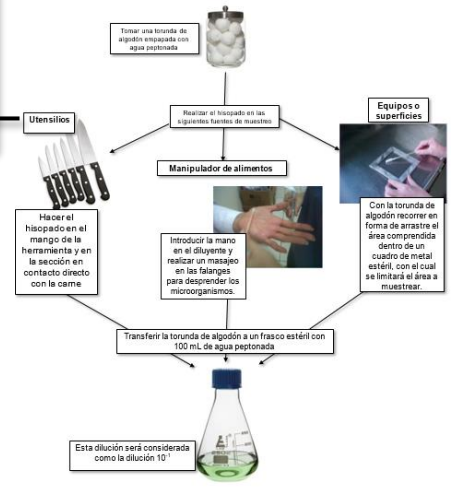
Pretratamiento de la muestra de embutidos



Nota: el diluyente a usar es caldo lactosado y posteriormente a esto incubar a 35°C por 24h. esto es el preenriquecimiento

Realizar el pretratamiento de la muestra para la obtención de la dilución 10⁻¹.

hisopado de utensilios superficies o equipos, y manipuladores en la planta



Nota: para verificar la pureza del cultivo se pueden hacer tinciones de Gram

Dilución 10⁻¹



Resultados esperados:
-Agar XLD: colonias rosas o anaranjadas con o sin centro negro
-Agar SS: Colonias translúcidas o amarillas con o sin

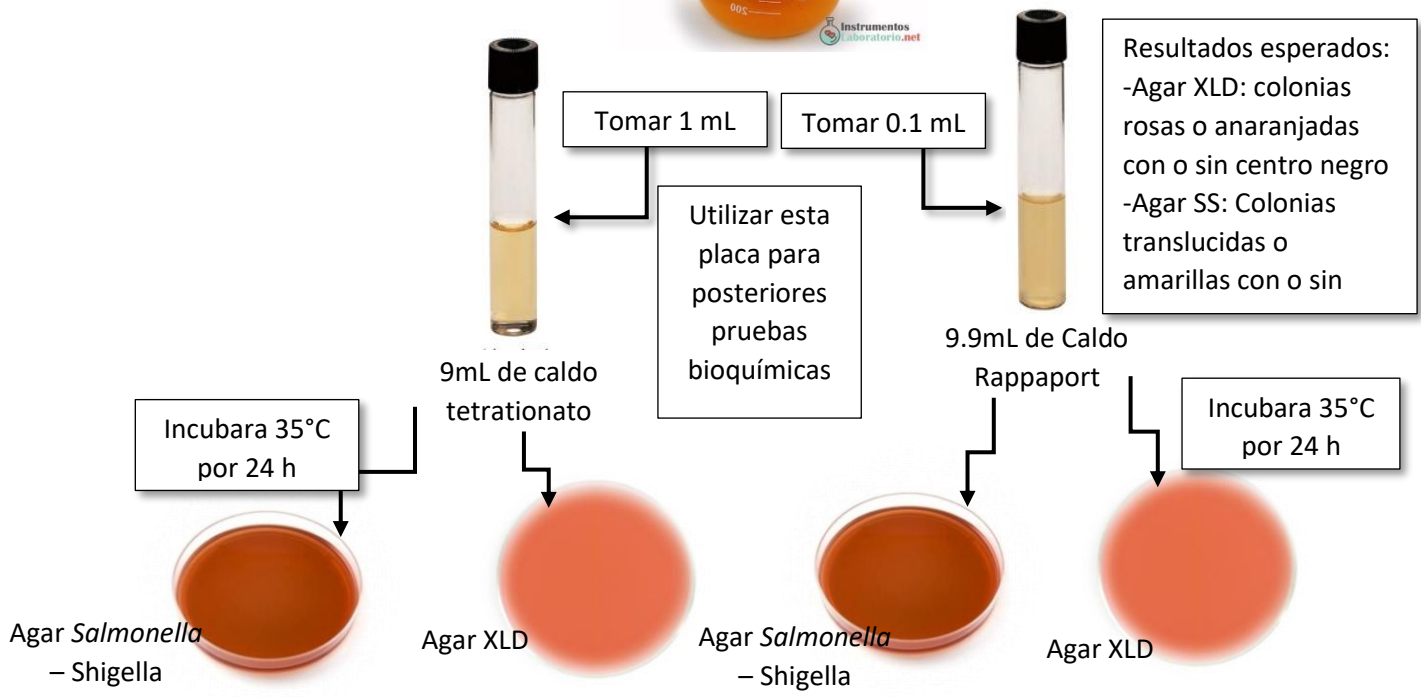
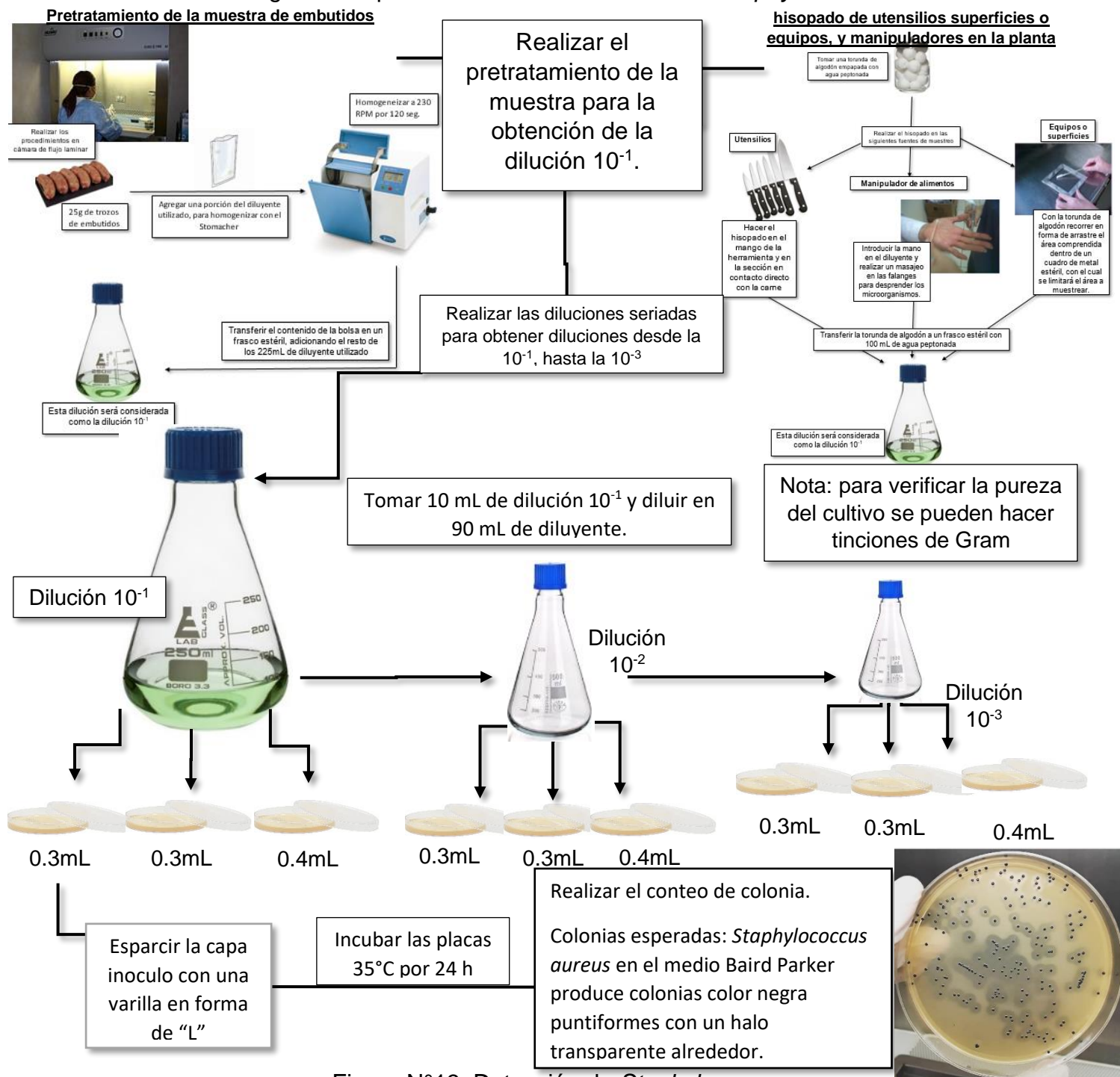


Figura N°12. Detección de *Salmonella spp.*

ANEXO N°9

Diagrama de procedimiento: identificación de *Staphylococcus aureus*.Figura N°13. Detección de *Staphylococcus aureus*.

ANEXO N°10
CAPACITACIÓN SOBRE MEDIDAS DE HIGIENE A LA PLANTA
PROCESADORA DE EMBUTIDOS

La capacitación fue impartida de forma presencial, visitando la embutidora haciendo una reunión con los dueños de la planta y los manipuladores de la carne. En la charla se impartió un conjunto de temas en los cuales se dan a conocer los resultados obtenidos en los análisis realizados.

7.5.1. Prevención de una ETA

Las ETA son un fenómeno de incidencia mundial no obstante pueden ser prevenidas implementando las medidas de higiene como lo es el correcto lavado de manos. En la investigación se pudo observar que los chorizos al no tener un tratamiento térmico, es normal que tengan una carga microbiana intrínseca, es por esto que se deben de cocinar bien los alimentos antes de que sean considerados listos para su consumo. A continuación, se presenta uno de los resultados obtenidos en el muestreo de equipos (Embutidora).



Figuras 14. (Según las agujas del reloj de izquierda a derecha) Embutidora, recuento obtenido de *E. coli* en el segundo y tercer muestreo respectivamente.

Las placas presentadas anteriormente fueron obtenidas a partir del muestreo de la embutidora, y se pudo ver crecimiento de colonias moradas que son características de *E.coli* que son indicadores de heces fecales. Este tipo de microorganismo es uno de los responsables de las ETAs, por eso un correcto

protocolo de limpieza puede mantener a bajo control la carga microbiana en el momento de la manufactura.

Como se puede ver se encontró crecimiento de bacterias coliformes en las placas que se inoculo un hisopado de la superficie de la embutidora, al realizar el recuento de colonias rosadas y compararlos con referencias bibliográficas se pudo ver que se sobrepasan los límites de aceptación descritos por la normativa. Las colonias color rosadas son características de las bacterias coliformes totales, la denominación genérica coliformes designa a un grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos, aquí radica su importancia, pero hay que hacer énfasis en que al mejorar la el protocolo de limpieza se puede reducir la carga microbiana en la instalación en general. Los resultados obtenidos fueron presentadas a los dueños de la planta en forma de un reporte que describe los resultados de los análisis.



Figura N°15. Recuento de coliformes obtenido en los muestreos realizados a la embutidor.

Este microorganismo es fácilmente eliminable por los sanitizantes, por lo tanto, también se puede recomendar que en el procedimiento de limpieza cambiar los productos de limpieza utilizados ya que esto evita la resistencia microbiana a los agentes de limpieza y así garantizar mantener al mínimo la carga microbiana.

2.5.2. Higiene personal

Es importante el correcto lavado de manos en todo momento ya que es el manipulador el que suele ser una de las mayores fuentes de contaminación, a continuación, se describe la técnica del correcto lavado de manos según la OMS:

¿Cómo lavarse las manos?

¡Lávese las manos solo cuando estén visiblemente sucias! Si no, utilice la solución alcohólica

⌚ Duración de todo el procedimiento: 40-60 segundos

<p>0</p>  <p>Mójese las manos con agua;</p>	<p>1</p>  <p>Deposite en la palma de la mano una cantidad de jabón suficiente para cubrir todas las superficies de las manos;</p>	<p>2</p>  <p>Frótese las palmas de las manos entre sí;</p>
<p>3</p>  <p>Frótese la palma de la mano derecha contra el dorso de la mano izquierda entrelazando los dedos y viceversa;</p>	<p>4</p>  <p>Frótese las palmas de las manos entre sí, con los dedos entrelazados;</p>	<p>5</p>  <p>Frótese el dorso de los dedos de una mano con la palma de la mano opuesta, agarrándose los dedos;</p>
<p>6</p>  <p>Frótese con un movimiento de rotación el pulgar izquierdo, atrapándolo con la palma de la mano derecha y viceversa;</p>	<p>7</p>  <p>Frótese la punta de los dedos de la mano derecha contra la palma de la mano izquierda, haciendo un movimiento de rotación y viceversa;</p>	<p>8</p>  <p>Enjuáguese las manos con agua;</p>
<p>9</p>  <p>Séquese con una toalla desechable;</p>	<p>10</p>  <p>Sírvase de la toalla para cerrar el grifo;</p>	<p>11</p>  <p>Sus manos son seguras.</p>

Organización Mundial de la Salud
Seguridad del Paciente
SAVE LIVES

UNA ALIANZA MUNDIAL PARA UNA ATENCIÓN MÁS SEGURA | Clean Your Hands

Figura N°16. Descripción del correcto lavado de manos según la OMS

La higiene personal es un factor determinante para evitar la contaminación microbiana en el momento que se manufactura los alimentos, es imperativo lavarse bien las manos después de cada vez que se vaya al baño.

El *Staphylococcus aureus* es el causante más frecuente de infecciones alimentarias, ya que ese produce toxinas las cuales son más peligrosas que la infección causada por el microorganismo, estas producen fiebre, náuseas, o incluso diarrea en ciertas personas.

El *Staphylococcus aureus* comúnmente está presente en la piel y fosas nasales de las personas, se trasmite a los alimentos por medio del sudor, y la saliva que se impregna en la ropa o en los utensilios usados en la preparación de los alimentos., Las siguientes imágenes muestran los resultados obtenidos en el muestreo de manipuladores.

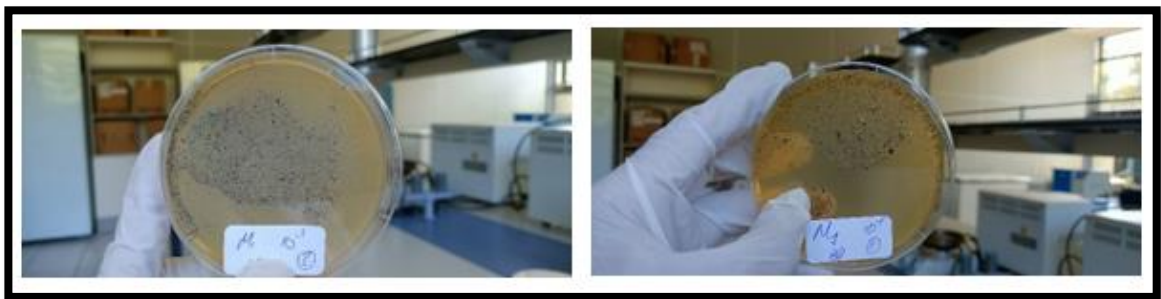


Figura N°17. Detección de *Staphylococcus aureus* en chorizo de tuza

Estas placas presentan crecimiento de colonias puntiformes color negras en medio de cultivo Agar Baird Parker, lo interesante en estos resultados es que el *Staphylococcus aureus* es un microorganismo susceptible a los productos de limpieza así que, si se encuentra presente en las lecturas de las placas, quiere decir que no se había empleado correctamente la técnica del lavado de manos. La contaminación en los alimentos también es frecuentemente causada por el manipulador de alimentos, el humano es el vector por excelencia del *Staphylococcus aureus* por eso es sumamente importante que en el momento que se manufactura los embutidos se debe de cumplir con toda la indumentaria necesaria a manera de evitar la contaminación en los alimentos.

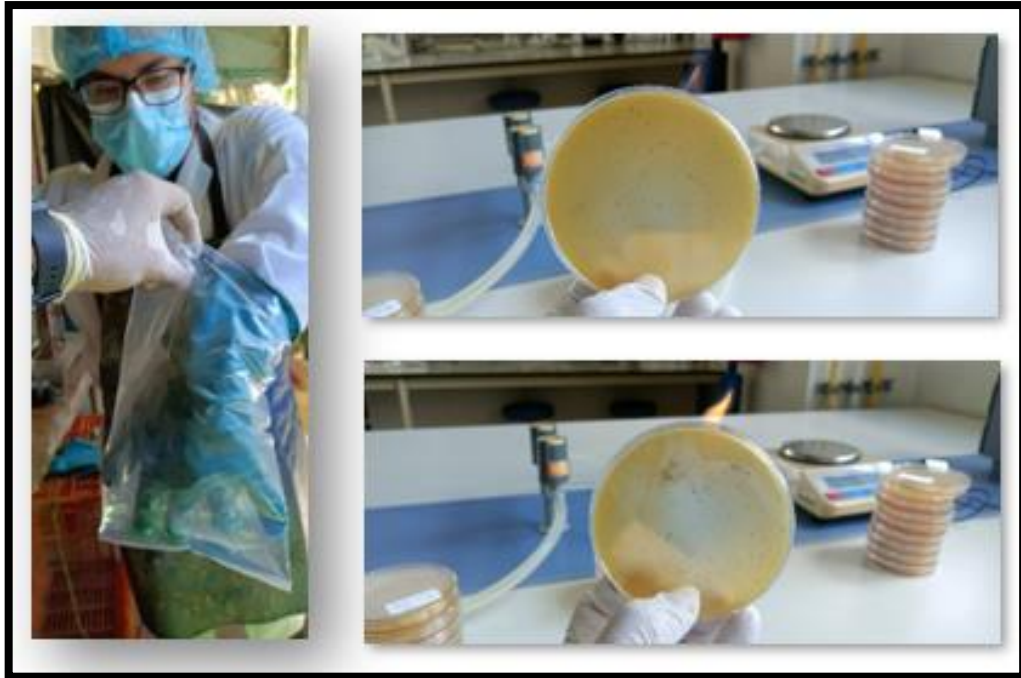


Figura N°18. Recuentos obtenidos en la determinación de *Staphylococcus aureus* en el segundo y tercer muestreo.

Cuando este microorganismo crece en los alimentos o superficies produce las toxinas, de este modo la intoxicación por *Staphylococcus aureus* no es por la ingestión de bacterias sino por la ingestión de las toxinas producidas por la bacteria ya que están presentes en el alimento o utensilio contaminado.

7.5.3. Higiene en la manufactura de alimentos.

Si bien la mayoría de las bacterias no causan enfermedades, algunas de ellas son peligrosas y están ampliamente distribuidas en el suelo, en el agua, en los animales, en las personas y en el ambiente en general. Por esto debe de usarse una indumentaria adecuada para evitar la contaminación del exterior de la instalación hacia el interior y viceversa, los microorganismos pueden ser transportados por las manos, la ropa y los utensilios, pueden entrar en contacto con los alimentos y transferirse a éstos, provocando enfermedades.



Figura N°19. Muestreo de guantes de manipulador seleccionado

Como se describe en las imágenes, en el momento que se manufactura los alimentos se debe de cumplir con las medidas de higiene como lo es utilizar la indumentaria necesaria para evitar una proliferación de microorganismos causantes de enfermedades, la correcta indumentaria se conforma de una

gabacha que cubra hasta las rodillas, usar mascarilla o cubre boca, redecilla para el cabello, gafas y guantes de látex.

Al hacer el análisis del producto terminado se realizó la determinación de ausencia o presencia de *Salmonella* en muestra y se puede ver que en el medio de cultivo no hubo crecimiento de microorganismos característicos de *Salmonella* lo que indica la ausencia de este patógeno, pero no quiere decir que los chorizos de tuza son seguros para el consumo humano porque hay una gran cantidad de otros microorganismos. A continuación, se presentan las placas inoculadas con la muestra de producto terminado.



Figura N°20. Detección de *Salmonella spp* en los chorizos de tuza

7.5.4. Cocinar adecuadamente el producto terminado.

La calidad del producto terminado dependerá enormemente de la calidad de las materias primas utilizadas para su manufactura, los chorizos de tuza al no tener un tratamiento térmico en su manufactura, no están sujetos a algún proceso que disminuya la carga microbiana, por eso antes de considerarse listos para su consumo hay que cocinar los alimentos adecuadamente para disminuir la carga microbiana y no producir una ETA, generalmente los microorganismos se encuentran en los fluidos de la carne (como la sangre) o en los residuos de los vegetales utilizados para la elaboración de la emulsión cárnica y por encima de los 60° C, el crecimiento bacteriano se hace más lento o se detiene completamente.

A continuación, se muestra una serie de resultados en los cuales se pueden ver el crecimiento de bacterias coliformes (rosadas) y *E.coli* (moradas), las colonias moradas son características a bacterias provenientes de heces fecales:



Figura N°21. Recuento de *E. coli* y coliformes en los primeros muestreos de chorizos de tuza

Estas placas son representativas a una de las muestras analizadas provenientes del producto terminado, como se puede ver hubo crecimiento de colonias de *E.coli* y de bacterias coliformes, es por esto que se debe de hacer un hincapié en mejorar los protocolos de limpieza en la embutidora así también en la higiene personal de los manipuladores de la carne, no obstante, hay que informar al consumidor a través del etiquetado que previo a ser consumido este alimento debe de cocinarse adecuadamente, esto puede realizarse a través del etiquetado. Los microorganismos que generalmente son causantes de las ETAs son susceptibles al calor así que una adecuada cocción en los chorizos de tuza sería más que suficiente para evitar un daño en la salud de los consumidores.

7.5.5. Mantener las materias primas y los alimentos a temperaturas seguras

Es imperativo mantener la cadena de frío en todo momento para evitar la proliferación de microorganismos patógenos que son comúnmente causantes de las ETA's.

Por debajo de los 5° C los microorganismos tienden a ralentizar su metabolismo haciendo que su tiempo de duplicación celular se aumente, esto hace que la proliferación bacteriana se vea ralentizada, si bien hay microorganismos que no se inmutan a la disminución térmica como lo es el caso de *Listeria monocytogenes*, la mayoría de los patógenos, al disminuir la temperatura se ve afectada su actividad metabólica. Es por esto que se debe evitar que el producto terminado o las materias primas percederas se encuentren a temperatura ambiente ya que a esta temperatura los microorganismos patógenos encuentran su temperatura óptima de crecimiento haciendo que su reproducción bacteriana sea lo más rápida posible produciendo evidentemente un deterioro en el alimento haciendo inseguro para salud del consumidor en el momento que es ingerido.

Si se mantienen constantes las condiciones para el almacenamiento de este producto terminado no debería de haber alteraciones en el alimento, no obstante, para que un alimento se considere seguro para su consumo es el RTCA 67.04..50:17 “Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos” quien describe los criterios microbiológicos que un alimento debe de cumplir, estos criterios microbiológicos relacionan la presencia de ciertos microorganismos que son causantes de las ETA’s según la matriz alimentaria a analizar, en el caso de los embutidos se describen los límites microbianos para la *Escherichia coli* y *Salmonella* en las muestras de producto terminado. En la siguiente tabla se presentan los criterios microbianos descritos por la normativa.

El RTCA 67.04.50:17 clasifica a los alimentos por grupos y subgrupos, en el caso de los embutidos se encuentra en el sub grupo 8.1 que pertenece a su vez a el grupo 8 “Carnes y productos cárnicos”, y detalla los límites microbianos que debe de cumplir un alimento para considerarse seguro.

Tabla N°6. Límites microbianos descritos en el RTCA 67.04.50:17

8.0. Grupo del Alimento: carnes y productos cárnicos.						
8.1. Subgrupo del alimento: productos cárnicos crudos empacados, refrigerados o congelados en cortes, piezas, picados, molidos, embutidos crudos o formados, incluyendo empanizados y rebozados, marinados, tenderizados. No incluye materias primas, ni productos de aves de corral y caza.						
Parámetro	Plan de muestreo				Límite	
	Tipo de alimento	Clase	n	c	m	M
<i>Escherichia coli</i> O157:H7 (carne molida, picada y tortas para hamburguesas, embutidos crudos o formados, carnes marinadas, rebozadas, tenderizadas y empanizadas).	A	2	5	0	Ausencia/25 g	----
<i>Escherichia coli</i> (excepto carne molida, picada y tortas para hamburguesas, embutidos crudos o formados, carnes marinadas, rebozadas, tenderizadas y empanizadas).		3		2	10 UFC/g	10 ² UFC /g
<i>Salmonella</i> spp.		2		0	Ausencia/25 g	----

Anteriormente en la presentación de resultados se mostró la interpretación de resultados comparados con la normativa de referencia, y se pudo determinar la ausencia de *Salmonella* y se pudo ver también que cantidad de *Escherichia coli* se mantenía bajo los límites descritos

7.5.6. Uso de agua y materias primas de calidad

Las materias primas, incluyendo el agua y el hielo, pueden estar contaminados con bacterias peligrosas y sustancias químicas, algunas de las cuales pueden

formarse incluso en alimentos dañados o con hongos. Por ese motivo, una cuidadosa selección de los alimentos y la aplicación de algunas medidas simples, como lavar y pelar (según el caso), disminuyen el riesgo de contagio.

Los microorganismos patógenos tienen una facilidad enorme para desarrollar mecanismos de defensa que los protejan ante una gran variedad de agentes de limpieza y antimicrobianos, además de que estos se ocultan entre los pliegues de los vegetales o en los fluidos de la carne utilizada de materia prima para los chorizos. Debido a esto es importante realizar una buena selección de las materias primas utilizadas, siempre verificando que tengan las características organolépticas más idóneas esto con el fin de manufacturar un producto de calidad.

El uso del agua es crítico en la industria alimentaria ya que, al ser el vehículo universal, en esta se pueden desplazar una cantidad enorme de microorganismos y si esta agua es utilizada para hacer hielo también se vuelve una gran fuente de contaminación, por esto el agua que se usa debe de ser cuando mínimo agua purificada de esta forma se evita la proliferación microbiana. Incluso el agua utilizada para realizar el proceso de limpieza debe de ser agua limpia de preferencia purificada así se evita contaminar los utensilios de limpieza que se consideran limpios y listos para ser usados

ANEXO 11

**Tablas de resultados de análisis microbiológicos a chorizos de tuza,
manipuladores y equipos**

Primer muestreo

Tabla N°7. Tablas de datos obtenidos en la detección de *E. coli* en chorizo de tuza en el primer muestreo

Muestra	Diluciones/Replica	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
1	1	64 UFC	43 UFC	20 UFC
	2	65 UFC	43 UFC	21 UFC
2	1	94 UFC	60 UFC	33 UFC
	2	92 UFC	64 UFC	29 UFC
3	1	145 UFC	94 UFC	47 UFC
	2	147 UFC	100 UFC	49 UFC
4	1	106 UFC	68 UFC	34 UFC
	2	104 UFC	72 UFC	36 UFC
5	1	146 UFC	94 UFC	46 UFC
	2	148 UFC	102 UFC	50 UFC

Segundo muestreo

Tabla N°8. Tablas de datos obtenidos en la detección de *E. coli* en chorizo de tuza en el segundo muestreo

Muestra	Diluciones/Replica	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
1	1	100 UFC	66 UFC	30 UFC
	2	102 UFC	66 UFC	32 UFC
2	1	87 UFC	60 UFC	28 UFC
	2	95 UFC	59 UFC	30 UFC
3	1	131 UFC	92 UFC	45 UFC
	2	148 UFC	97 UFC	40 UFC
4	1	145 UFC	97 UFC	50 UFC
	2	156 UFC	98 UFC	39 UFC
5	1	100 UFC	66 UFC	33 UFC
	2	102 UFC	62 UFC	34 UFC

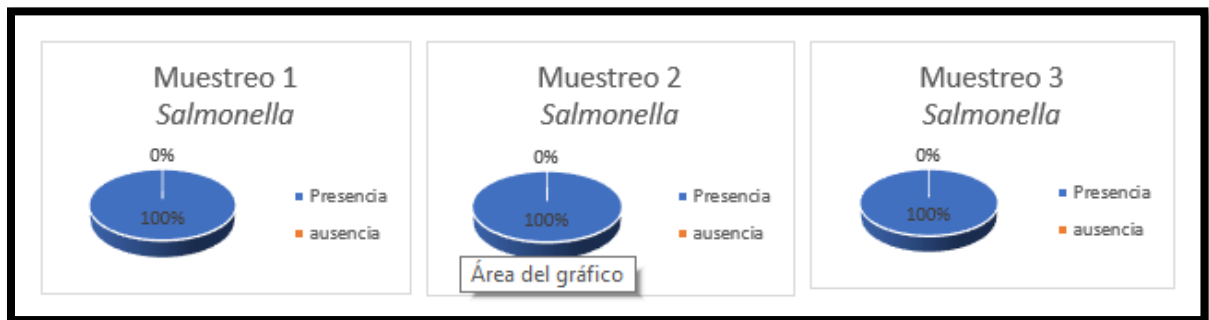
Tercer muestreo

Tabla N°9. Tablas de datos obtenidos en la detección de *E. coli* en chorizo de tuza en el tercer muestreo

Muestra	Diluciones/Replica	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
1	1	50 UFC	26 UFC	10 UFC
	2	40 UFC	24 UFC	8 UFC
2	1	87 UFC	60 UFC	28 UFC
	2	92 UFC	64 UFC	30 UFC
3	1	47 UFC	30 UFC	14 UFC
	2	45 UFC	27 UFC	15 UFC
4	1	42 UFC	32 UFC	14 UFC
	2	40 UFC	30 UFC	16 UFC
5	1	70 UFC	49 UFC	23 UFC
	2	69 UFC	47 UFC	24 UFC

Tabla N°10. Tabla de datos crudos de la detección de *Salmonella spp*

Resultados de la Detección de <i>Salmonella</i>			
Chorizos / Muestreo	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
Resultado			
Chorizo 1	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Chorizo 2	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Chorizo 3	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Chorizo 4	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Chorizo 5	Ausencia	Ausencia	Ausencia



Figuras 22. Gráficos de datos obtenidos en la detección de *Salmonella spp.* en chorizo de tuza en el muestreo realizado

Tabla de resultados obtenidos en análisis de guantes de manipuladores y equipos.

Detección de coliformes en Guantes de manipuladores

Muestreo 1

Tabla N°11. Tablas de datos obtenidos en la detección de coliformes en guantes de manipuladores seleccionados en el primer muestreo.

Manipulador	Diluciones/Replica	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}
1	1	450 UFC	155 UFC	38 UFC
	2	500 UFC	171 UFC	49 UFC
	3	490 UFC	168 UFC	40 UFC
2	1	400 UFC	107 UFC	35 UFC
	2	380 UFC	102 UFC	32 UFC
	3	360 UFC	99 UFC	33 UFC

Muestreo 2

Tabla N°12. Tablas de datos obtenidos en la detección de coliformes en guantes de manipuladores seleccionados en el segundo muestreo.

Manipulador	Diluciones/Replica	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
1	1	350 UFC	88 UFC	26 UFC
	2	300 UFC	56 UFC	23 UFC
	3	250 UFC	46 UFC	12 UFC
2	1	400 UFC	112 UFC	43 UFC
	2	340 UFC	89 UFC	32 UFC
	3	280 UFC	60 UFC	19 UFC

Muestreo 3

Tabla N°13. Tablas de datos obtenidos en la detección de coliformes en guantes de manipuladores seleccionados en el primer muestreo.

Manipulador	Diluciones/Replica	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
1	1	360 UFC	90 UFC	32 UFC
	2	350 UFC	93 UFC	29 UFC
	3	200 UFC	24 UFC	4 UFC
2	1	350 UFC	102 UFC	39 UFC
	2	360 UFC	119 UFC	42 UFC
	3	310 UFC	84 UFC	13 UFC

Muestreo en guantes de manipuladores seleccionados

Muestreo 1

Tabla N°14: Datos crudos de la detección de *Staphylococcus aureus* en guantes de manipuladores seleccionados en el primer muestreo

Manipulador	Fracciones	0.3 mL	0.3 mL	0.4 mL	Sumatoria (UFC/mL)
1	10 ⁻¹	350 UFC	300 UFC	360 UFC	1010 UFC/mL
	10 ⁻²	130 UFC	74 UFC	84 UFC	288 UFC/mL
	10 ⁻³	47 UFC	36 UFC	47 UFC	167 UFC/mL
2	10 ⁻¹	400 UFC	380 UFC	360 UFC	1140 UFC/mL
	10 ⁻²	110 UFC	120 UFC	140 UFC	370 UFC/mL
	10 ⁻³	67 UFC	43 UFC	50 UFC	160 UFC/mL

Muestreo 2

Tabla N°15. Datos crudos de la detección de *Staphylococcus aureus* en guantes de manipuladores seleccionados en el segundo muestreo

Manipulador	Fracciones	0.3 mL	0.3 mL	0.4 mL	Sumatoria (UFC/mL)
1	10 ⁻¹	350 UFC	320 UFC	410 UFC	1080 UFC/mL
	10 ⁻²	100 UFC	90 UFC	38 UFC	228 UFC/mL
	10 ⁻³	40 UFC	38 UFC	45 UFC	123 UFC/mL
2	10 ⁻¹	350 UFC	390 UFC	360 UFC	1100 UFC/mL
	10 ⁻²	115 UFC	125 UFC	105 UFC	345 UFC/mL
	10 ⁻³	47 UFC	36 UFC	47 UFC	130 UFC/mL

Muestreo 3

Tabla N°16. Datos crudos de la detección de *Staphylococcus aureus* en guantes de manipuladores seleccionados en el tercer muestreo

Manipulador	Fracciones	0.3 mL	0.3 mL	0.4 mL	Sumatoria (UFC/mL)
1	10 ⁻¹	370 UFC	390 UFC	325 UFC	1085 UFC/mL
	10 ⁻²	115 UFC	125 UFC	100 UFC	340 UFC/mL
	10 ⁻³	37 UFC	42 UFC	30 UFC	109UFC/mL
2	10 ⁻¹	370 UFC	380 UFC	328 UFC	1100 UFC/mL
	10 ⁻²	115 UFC	125 UFC	105 UFC	345 UFC/mL
	10 ⁻³	40 UFC	45 UFC	36 UFC	130 UFC/mL

Se reportan la suma de 3 placas de la misma dilución que hacen 1mL, tomando de referencia la dilución en la que se obtuvieron recuentos entre 25 y 250 UFC es decir la dilución 10⁻³

Detección de coliformes en la mezcladora y embutidora

Muestreo 1

Tabla N°17. Detección de coliformes en la mezcladora y embutidora en el primer muestreo

Equipo	Diluciones/Replica	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
Mezcladora	1	400 UFC	109 UFC	41 UFC
	2	420 UFC	116 UFC	40 UFC
	3	410 UFC	111 UFC	40 UFC
Embutidora	1	360 UFC	92 UFC	37 UFC
	2	300 UFC	76 UFC	29 UFC
	3	390 UFC	103 UFC	40 UFC

Muestreo 2

Tabla N°18. Detección de coliformes en la mezcladora y embutidora en el segundo muestreo

Equipo	Diluciones/Replica	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
Mezcladora	1	100 UFC	20 UFC	6 UFC
	2	80 UFC	12 UFC	3 UFC
	3	125 UFC	24 UFC	7 UFC
Embutidora	1	160 UFC	40 UFC	17 UFC
	2	155 UFC	29 UFC	12 UFC
	3	138 UFC	22 UFC	9 UFC

Muestreo 3

Tabla N°19. Detección de coliformes en la mezcladora y embutidora en el tercer muestreo

Equipo	Diluciones/Replica	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
Mezcladora	1	100 UFC	24 UFC	6 UFC
	2	120 UFC	31 UFC	9 UFC
	3	82 UFC	15 UFC	3 UFC
Embutidora	1	100 UFC	34 UFC	19 UFC
	2	80 UFC	26 UFC	12 UFC
	3	90 UFC	31 UFC	16 UFC

Detección de *Staphylococcus aureus* en la mezcladora y embutidora

Muestreo 1

Tabla N°20. Detección de *Staphylococcus aureus* en la mezcladora y embutidora en el primer muestreo

Equipos	Fracciones	0.3 mL	0.3 mL	0.4 mL	Sumatoria (UFC/mL)
Mezcladora	10 ⁻¹	<10 UFC	<10 UFC	<10 UFC	<10 UFC/mL
	10 ⁻²	<10 UFC	<10 UFC	<10 UFC	<10 UFC/mL
	10 ⁻³	<10 UFC	<10 UFC	<10 UFC	<10 UFC/mL
Embutidora	10 ⁻¹	400 UFC	380 UFC	360 UFC	1140 UFC/mL
	10 ⁻²	130 UFC	120 UFC	140 UFC	390 UFC/mL
	10 ⁻³	67 UFC	43 UFC	50 UFC	130 UFC/mL

Muestreo 2

Tabla N°21. Detección de *Staphylococcus aureus* en la mezcladora y embutidora en el segundo muestreo

Equipos	Fracciones	0.3 mL	0.3 mL	0.4 mL	Sumatoria (UFC/mL)
Mezcladora	10 ⁻¹	<10 UFC	<10 UFC	<10 UFC	<10 UFC/mL
	10 ⁻²	<10 UFC	<10 UFC	<10 UFC	<10 UFC/mL
	10 ⁻³	<10 UFC	<10 UFC	<10 UFC	<10 UFC/mL
Embutidora	10 ⁻¹	400 UFC	380 UFC	360 UFC	1140 UFC/mL
	10 ⁻²	130 UFC	120 UFC	140 UFC	390 UFC/mL
	10 ⁻³	67 UFC	43 UFC	50 UFC	130 UFC/mL

Muestreo 3

Tabla N°22. Detección de *Staphylococcus aureus* en la mezcladora y embutidora en el tercer muestreo

Equipos	Fracciones	0.3 mL	0.3 mL	0.4 mL	Sumatoria (UFC/mL)
Mezcladora	10^{-1}	<10 UFC	<10 UFC	<10 UFC	<10 UFC/ mL
	10^{-2}	<10 UFC	<10 UFC	<10 UFC	<10 UFC/ mL
	10^{-3}	<10 UFC	<10 UFC	<10 UFC	<10 UFC/mL
Embutidora	10^{-1}	<10 UFC	<10 UFC	<10 UFC	<10 UFC/ mL
	10^{-2}	<10 UFC	<10 UFC	<10 UFC	<10 UFC/ mL
	10^{-3}	<10 UFC	<10 UFC	<10 UFC	<10 UFC/mL

Se reportan la suma de 3 placas de la misma dilución que hacen 1mL, tomando de referencia la dilución en la que se obtuvieron recuentos entre 25 y 250 UFC es decir la dilución 10^{-3}

Detección de *Escherichia coli* en la mezcladora y embutidora

Muestreo 1

Tabla N°23. Detección de *Staphylococcus aureus* en la mezcladora y embutidora en el primer muestreo

Equipo	Diluciones/Replica	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
Mezcladora	1	200 UFC	28 UFC	8 UFC
	2	190 UFC	18 UFC	5 UFC
	3	240 UFC	43 UFC	12 UFC
Embutidora	1	140 UFC	32 UFC	3 UFC
	2	160 UFC	15 UFC	6 UFC
	3	150 UFC	13 UFC	4 UFC

Muestreo 2

Tabla N°24: Detección de *Staphylococcus aureus* en la mezcladora y embutidora en el segundo muestreo

Equipo	Diluciones/Replica	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
Mezcladora	1	90 UFC	17 UFC	4 UFC
	2	70 UFC	13 UFC	1 UFC
	3	80 UFC	14 UFC	3 UFC
Embutidora	1	70 UFC	12 UFC	4 UFC
	2	80 UFC	16 UFC	6 UFC
	3	60 UFC	13 UFC	2 UFC

Muestreo 3

Tabla N°25. Detección de *Staphylococcus aureus* en la mezcladora y embutidora en el tercer muestreo

Equipo	Diluciones/Replica	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
Mezcladora	1	120 UFC	18 UFC	5 UFC
	2	150 UFC	20 UFC	6 UFC
	3	90 UFC	16 UFC	5 UFC
Embutidora	1	100 UFC	17 UFC	4 UFC
	2	90 UFC	14 UFC	3 UFC
	3	80 UFC	12 UFC	2 UFC