

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE ALIMENTOS

Tema: “Determinación de *Salmonella spp* y *Escherichia coli O157:H7* en bandejas de carne de pollo comercializadas en frigoríficos de la ciudad de Tulcán”

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniera en Alimentos

AUTORAS: Lema Yépez Lissette Ivette

Tapia Nolivos Sarina Kassandra

TUTOR: Ing. Anchundia Lucas Miguel Angel, MSc.

Tulcán, 2024.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que la estudiante(s) Lema Yépez Lissette Ivette y Tapia Nolivos Sarina Kassandra con el número de cédula 2100770359 y 1724997877 respectivamente han desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Determinación de *Salmonella spp* y *Escherichia coli O157:H7* en bandejas de carne de pollo comercializado en frigoríficos de la ciudad de Tulcán"

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva

Ing. Anchundia Lucas Miguel Angel, MSc.

TUTOR

Tulcán, febrero de 2024

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingenieras en la Carrera de alimentos de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales.

Nosotras, Lema Yépez Lissette Ivette y Tapia Nolivos Sarina Kassandra con cédula de identidad número 2100770359 y 1724997877 respectivamente declaramos que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que hemos llegado son de nuestra absoluta responsabilidad.



Lema Yépez Lissette Ivette

AUTORA



Tapia Nolivos Sarina Kassandra

AUTORA

Tulcán, febrero de 2024

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Nosotras, Lema Yépez Lissette Ivette y Tapia Nolivos Sarina Kassandra declaramos ser autoras de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: “Determinación de *Salmonella spp* y *Escherichia coli O157:H7* en bandejas de carne de pollo comercializado en frigoríficos de la ciudad de Tulcán” y se exime expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Lema Yépez Lissette Ivette
AUTORA



Tapia Nolivos Sarina Kassandra
AUTORA

Tulcán, febrero de 2024

AGRADECIMIENTO

Un especial agradecimiento al MSc. Anchundia Lucas Miguel Ángel, tutor del Trabajo de Integración Curricular, por compartir sus insuperables conocimientos instruyéndonos de manera clara y concisa en el desarrollo del trabajo de investigación, a todos los docentes que, con su paciencia y entrega fueron parte de nuestra formación académica, profesional y personal.

A nuestros padres los cuales han sido nuestro mayor apoyo con su cariño, comprensión y ternura han aportado en el proceso de formación académica y humana, a nuestros compañeros y amigos con los cuales hemos podido compartir todo este tiempo de aprendizaje e instrucción en la universidad.

A nuestra querida alma mater Universidad Politécnica Estatal del Carchi que nos abrió las puertas a la luz de su sabiduría y en sus aulas nos obsequió el camino a nuestros sueños y ahora a un paso de conseguir una de nuestras metas solo nos queda decir gracias querida UPEC.

-Lissette y Sarina

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de integración curricular a mis padres Bethy Yépez y Armando Lema, que, aunque no está aquí, por su luchas y esfuerzo constante que me permitieron seguir estudiando, siempre serán mi mayor fuerza para continuar desafiándome a mí mismo.

A mis hermanos Luis Piedma y Lady Lema por su cariño, apoyo y fuerza durante los tiempos más difíciles.

Lisette Lema

Dedico este trabajo de investigación especialmente a mi madre Rebeca Nolivos que a través de su sacrificio me ha permitido continuar con mis estudios universitarios, eres y serás el amor y luz de mi vida.

A mi hermana menor por su cariño y constante apoyo en este camino.

Sarina Tapia

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| RESUMEN | 12 |
| ABSTRACT | 13 |
| INTRODUCCIÓN | 14 |
| I. PROBLEMA | 15 |
| 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 15 |
| 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 16 |
| 1.3. JUSTIFICACIÓN | 16 |
| 1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN | 18 |
| 1.4.1. Objetivo General | 18 |
| 1.4.2. Objetivos Específicos | 18 |
| 1.4.3. Preguntas de Investigación | 18 |
| II.FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA | 19 |
| 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN | 19 |
| 2.2. MARCO TEÓRICO | 23 |
| 2.2.1. Alimentos | 23 |
| 2.2.1.1. Actividad del agua..... | 24 |
| 2.2.1.2. pH | 24 |
| 2.2.1.3. Temperatura | 24 |
| 2.2.2. Enfermedades de origen alimentario | 25 |
| 2.2.3. Descripción microbiológica | 25 |
| 2.2.3.1. Salmonella spp | 25 |
| 2.2.3.2. <i>Escherichia coli</i> O157:H7 | 26 |
| 2.2.4. Carne de pollo | 27 |
| 2.2.4.1.Composición química | 27 |
| 2.2.4.2. Características sensoriales | 28 |

| | |
|--|-----------|
| 2.2.4.3. Valor nutricional | 28 |
| 2.2.4.4. Calidad microbiológica | 28 |
| 2.2.4.5. Vías de contaminación | 28 |
| 2.2.5. Requisitos microbiológicos en pollo crudo | 29 |
| 2.2.5.1. Microorganismos indicadores | 29 |
| 2.2.5.1.1. Aerobios mesófilos | 29 |
| 2.2.5.1.2. <i>Escherichia coli</i> | 29 |
| 2.2.5.2. Microorganismos patógenos en pollo crudo | 30 |
| 2.2.5.2.1. <i>Salmonella spp</i> | 30 |
| 2.2.5.2.1.1. Enfermedades causadas por <i>Salmonella spp.</i> | 30 |
| 2.2.5.2.2. <i>E. coli O157:H7</i> | 31 |
| 2.2.5.2.2.1. Enfermedades causadas por <i>E. coli O157:H7</i> | 31 |
| 2.2.6. Centros de faenamiento avícola | 32 |
| 2.2.7. Manipulación de la carne de pollo en los centros de expendio y distribución | 32 |
| 2.2.8. Seguridad alimentaria | 33 |
| 2.2.9. Inocuidad alimentaria | 33 |
| 2.2.10. ETA | 33 |
| 2.2.11. Ensayos moleculares | 33 |
| 2.2.12. Equipo Bax System X5 | 34 |
| 2.2.13. Medio de enriquecimiento | 34 |
| 2.2.13.1. Bax System MP | 34 |
| III. METODOLOGÍA | 36 |
| 3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO | 36 |
| 3.1.1. Enfoque | 36 |
| 3.1.2. Tipo de Investigación | 36 |
| 3.1.2.1. Investigación descriptiva | 36 |
| 3.1.2.2. Investigación experimental | 36 |

| | |
|--|----|
| 3.2. HIPÓTESIS | 37 |
| 3.2.1. Hipótesis nula (Ho) | 37 |
| 3.2.2. Hipótesis alternativa (Hi) | 37 |
| 3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES | 37 |
| 3.3.1. Definición de las variables | 37 |
| 3.3.1.1. Variable independiente | 37 |
| 3.3.1.2. Variable dependiente | 37 |
| 3.3.2. Operacionalización de las variables..... | 37 |
| 3.4. MÉTODOS UTILIZADOS | 38 |
| 3.4.1. Proceso de muestreo | 38 |
| 3.4.2. Análisis microbiológico | 40 |
| 3.4.2.1. Técnica de enriquecimiento..... | 40 |
| 3.4.2.2. Técnica de incubación | 41 |
| 3.4.2.3. Equipo Bax System X5 | 41 |
| 3.4.3. Instrumentos de recolección de datos..... | 42 |
| 3.4.3.1. Ficha de evaluación sanitaria previa a la capacitación..... | 42 |
| 3.4.3.2. Ficha de evaluación sanitaria posterior a la capacitación..... | 43 |
| 3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO | 43 |
| 3.5.1. Población y muestra | 43 |
| 3.5.1.1. Muestra | 43 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 44 |
| 4.1. RESULTADOS | 44 |
| 4.1.1. Evaluación antes de la capacitación | 44 |
| 4.1.2. Evaluación a los frigoríficos posterior a la capacitación | 46 |
| 4.1.3. Análisis microbiológico | 48 |
| 4.1.4. Determinación de ausencia o presencia de <i>Salmonella spp</i> en bandejas de pollo | 48 |

| | |
|--|----|
| 4.1.5. Determinación de ausencia o presencia de <i>E. coli</i> O157:H7 en bandejas de pollo..... | 50 |
| 4.2. DISCUSIÓN | 51 |
| 4.2.1. Ficha de evaluación sanitaria | 51 |
| V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 57 |
| 5.1. CONCLUSIONES | 57 |
| 5.2. RECOMENDACIONES | 58 |
| VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 59 |
| VII. ANEXOS | 68 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Codificación de las muestras..... | 38 |
| Tabla 2. Codificación de las muestras por sitio antes de la capacitación. | 39 |
| Tabla 3. Codificación de las muestras por sitio después de la capacitación. | 40 |
| Tabla 4. Cumplimiento de las condiciones higiénicas en los 3 frigoríficos antes de la capacitación..... | 45 |
| Tabla 5. Indicadores de calidad del servicio en los frigoríficos. | 46 |
| Tabla 6. Cumplimiento de las condiciones higiénicas en los 3 frigoríficos después de la capacitación..... | 47 |
| Tabla 7. Presencia de <i>Salmonella</i> spp en bandejas de carne de pollo en 3 frigoríficos de Tulcán..... | 49 |
| Tabla 8. Presencia de <i>Salmonella</i> spp en bandejas de pollo de 3 frigoríficos de la ciudad de Tulcán durante la primera y tercera fase de la investigación. | 50 |
| Tabla 9. Presencia de <i>E. coli</i> O157:H7 en bandejas de pollo de 3 frigoríficos de la ciudad de Tulcán. | 50 |
| Tabla 10. Presencia de <i>E. coli</i> O157:H7 en bandejas de pollo de 3 frigoríficos de la ciudad de Tulcán durante la primera y tercera fase de la investigación. | 51 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Capacitación del uso del equipo Bax System X5 | 94 |
| Figura 2. Respaldo de las muestras..... | 94 |
| Figura 3. Empacado de las muestras | 94 |
| Figura 4. Codificación de las muestras | 94 |
| Figura 5. Incubación de las muestras | 95 |
| Figura 6. Agitación y reposo de las muestras | 95 |
| Figura 7. Materiales para el proceso de lisis..... | 95 |
| Figura 8. Reactivo de lisis y muestras enriquecidas en tubos clúster | 95 |
| Figura 9. Hidratación de las pastillas del kit Salmonella | 96 |
| Figura 10. Pastillas completamente disueltas | 96 |
| Figura 11. Los pocillos se colocan en el termociclador | 96 |
| Figura 12. Proyección de los datos tras la corrida..... | 96 |
| Figura 13. Capacitación al frigorífico L1 | 97 |
| Figura 14. Capacitación al frigorífico L2..... | 97 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| Anexo 1. Acta de la sustentación de la Predefensa TIC | 68 |
| Anexo 2. Rúbrica de evaluación de la sustentación de la Predefensa TIC | 69 |
| Anexo 3. Certificado del abstract por parte de idiomas | 70 |
| Anexo 4. Norma INEN para carnes INEN 1338:2012 | 71 |
| Anexo 5. Normativa técnica sanitaria para alimentos ARCSA 016 – Anexo 1..... | 79 |
| Anexo 6. Normativa técnica sanitaria para alimentos ARCSA 016 – Anexo 1..... | 80 |
| Anexo 7. Evaluación previa a la toma de muestras | 90 |
| Anexo 8. Evaluación posterior a la toma de muestras | 91 |
| Anexo 9. Ejemplo de evaluación previa a la capacitación L1 | 92 |
| Anexo 10. Ejemplo de evaluación posterior a la capacitación L1 | 93 |
| Anexo 11. Proceso de determinación de Salmonella spp y E. coli O157:H7 | 94 |

RESUMEN

La presente investigación tuvo como propósito evaluar la inocuidad de las bandejas de carne de pollo comercializadas en frigoríficos de la ciudad de Tulcán, determinando la presencia o ausencia de las bacterias patógenas como *Salmonella spp* y *Escherichia coli O157:H7* en bandejas de carne de pollo expendidas por frigoríficos, los cuales reciben el producto directamente de los centros de faenamiento de la ciudad de Tulcán. El estudio de la incidencia de *Salmonella spp* y *Escherichia coli O157:H7* en alimentos resulta de vital importancia para la salud del consumidor, ya que los alimentos crudos, en especial las carnes por su origen presentan con mayor frecuencia contaminación microbiológica, en este estudio se pudo evidenciar que la aparición de *Salmonella spp* y *Escherichia coli O157:H7* tuvo igual grado de incidencia, puesto que, en la determinación de ambos microorganismos tuvieron como resultado 4 bandejas contaminadas de 75 muestras recolectadas, cabe mencionar que las bandejas contaminadas aparecieron en diferentes semanas del proceso de toma de muestras. Las condiciones de higiene, manipulación y almacenamiento evaluadas comprobaron las prácticas de manufactura de los frigoríficos, así como su efecto sobre la inocuidad de las bandejas de pollo, tras la aplicación de la lista de verificación se pudo observar que los dueños y empleados de los frigoríficos incumplen el Anexo 1 de la normativa ARCSA 016 referido a las buenas prácticas de manufactura (BPM), dando así como resultado la aparición de microorganismos patógenos tales como *Salmonella spp* y *E. coli O157:H7* perjudiciales para la salud del consumidor.

Palabras Claves: *Salmonella spp*, *Escherichia coli O157:H7*, inocuidad, buenas prácticas de manufactura (BPM).

ABSTRACT

The purpose of this investigation was to evaluate the safety of chicken meat trays sold in refrigerators in the city of Tulcán, determining the presence or absence of pathogenic bacteria such as *Salmonella* spp and *Escherichia coli* O157:H7 in chicken meat trays sold. by refrigerators, which receive the product directly from the slaughter centers in the city of Tulcán. The study of the incidence of *Salmonella* spp and *Escherichia coli* O157:H7 in foods is of vital importance for the health of the consumer, since raw foods, especially meats, due to their origin, more frequently present microbiological contamination. In this study, could show that the appearance of *Salmonella* spp and *Escherichia coli* O157:H7 had the same degree of incidence, since the determination of both microorganisms resulted in 4 contaminated trays of 75 samples collected, it is worth mentioning that the contaminated trays appeared in different weeks of the sampling process. The hygiene, handling and storage conditions evaluated verified the manufacturing practices of the refrigerators, as well as their effect on the safety of the chicken trays. After applying the checklist, it was observed that the owners and employees of the refrigerators They do not comply with Annex 1 of the ARCSA 016 regulations regarding good manufacturing practices (GMP).

Keywords: *Salmonella* spp, *Escherichia coli* O157:H7, safety, good manufacturing practices (GMP).

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades transmitidas por alimentos son un problema para la salud pública ya que 1,8 millones de personas mueren anualmente por consumir agua y alimentos contaminados, se conocen más de 200 enfermedades transmitidas por alimentos (ETA), según un estudio realizado en Ecuador el 10% de los alimentos está contaminado por microorganismos patógenos (Agrocalidad, 2021), de hecho Estados Unidos señala a *Salmonella* como la bacteria que genera más enfermedades transmitidas por alimentos especialmente por ingestión de pollo, pues 1 de cada 25 paquetes tiene *Salmonella* (CDC, 2023), así mismo *E. coli* O157:H7 posee una prevalencia del 1 al 36% en ganado bovino por lo que puede fácilmente contaminar otros tipos de carne por contaminación cruzada o por contaminación cruzada debido a la ruptura de los intestinos de pollo (OMS, 2018).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) estima junto a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) un aumento del 16% del consumo de pollo en 10 años (MSD, 2023). Según la Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador (Conave) para el año 2022, se consumió por persona aproximadamente 28 kilogramos de carne de pollo, sin embargo, esta cifra es menor si se compara con los más de 40 kg por persona registrados en Perú el mismo año (El Universo, 2023).

La razón que motivó la investigación se basa en los problemas de inocuidad que posee toda la cadena del sector cárnico. En 2020 la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (Agrocalidad) decomisó 724 kg de pollo que no se faenaban en centros autorizados, y en 2023 la misma entidad en Cañar retuvo 275 kg de la misma carne por incumplir con las condiciones sanitarias de transporte (Noticias Cañar, 2023). Con respecto al análisis de *Salmonella* y *E. Coli* O157:H7, proporcionan información de la inocuidad en la cadena de producción, dando paso al análisis de ciertos puntos de control que van del sector primario hasta la industria productora. El objetivo de este trabajo fue evaluar la inocuidad de las bandejas de carne de pollo comercializado en frigoríficos de la ciudad de Tulcán, de tal manera de evidenciar si están contaminadas o no con *Salmonella spp* y *Escherichia coli* O157:H7.

I. PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Organización Mundial de la Salud (OMS) (2022) indica que a nivel mundial 1 de cada 10 personas padecen de infecciones alimentarias, de las cuales 420000 mueren, así mismo Havelaar *et al.* (2015) señala que las regiones que presentan mayores infecciones corresponden a África, Asia y Mediterráneo Oriental. La Organización Panamericana de la Salud (OPS) (2022) estima que en América 77 millones padecen de enfermedades transmitidas por alimentos, de las cuales 31 millones son niños cuya edad es inferior a 5 años.

Los alimentos de origen animal continúan siendo la principal causa de ETA en el mundo, contaminados especialmente con *Salmonella enterica* no tifoidea, la cual infecta a 80 millones y mata a otros 60000; información que se notifica voluntariamente, pues la OMS a través del Reglamento Sanitario Internacional (RSI) vincula a los 196 países a notificar alimentos contaminados y brotes de ETA, por ello la información documentada se debe a brotes y no a casos esporádicos que se presentan como molestias comunes, en las que no se llega a determinar la causa de la molestia a pesar de que los síntomas evidenciados muestran signos causados por ETA (OPS, 2021).

La agencia de salud pública de EE. UU. CDC en (2021) estimó que 1 de cada 25 paquetes de pollo comercializados en tiendas y supermercados de EE. UU. contenían *Salmonella*.

Un estudio en 2018 determinó que en Colombia el alimento que más provocaba ETA era el pollo con un 24,4%, seguido del queso y arroz (MinSalud, 2019). La carne fresca de pollo en los puntos de venta contiene una contaminación inicial de 10000 a 100000 microorganismos por metro cuadrado, siendo esta microflora presumiblemente patógenos como *Salmonella*, *Campylobacter*, *Escherichia Coli O157:H7* y *Listeria monocytogenes* (Martín, 2019).

El Comercio (2017) señaló que en Ecuador 263 personas se intoxicaron por consumir pollo, sus principales síntomas fueron deshidratación, dolores estomacales, fiebre y

vómito, El Ministerio de Salud Pública (2021) comunicó que en 2020 hubieron 8964 casos de enfermedades transmitidas por agua y alimentos, de los cuales cierta cantidad correspondían a intoxicaciones por *Salmonella* y la toxina Shiga derivada de la bacteria *E. Coli 0157:H7* y para el siguiente año se reportaron 235 casos de infecciones por *Salmonella* y 34 casos de Shigelosis, atribuidos al consumo de animales contaminados, huevos, derivados crudos y carnes semi cocinadas.

El Comercio (2017) reportó que hasta el año 2017, según Mauro Mendoza gerente de la Empresa Metropolitana de Rastro el 36% de la carne consumida en Quito provenía de camales ilícitos, los cuales no controlan puntos críticos de control en las etapas de faenamiento y transporte, ya que exponen las reses a bacterias al matarlas en el suelo y su traslado a los puntos de venta no cuenta con una cadena de frío adecuada.

La venta de pollo sin o con una cadena parcial de frío, afecta la inocuidad del producto y la seguridad del consumidor, según Diario "El Norte" (2019) en Ibarra tras un control sorpresivo a tercenas y frigoríficos lograron constatar que no se respetaba la cadena de frío, el mismo año la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA) realizó controles en tercenas de Quito y brindó recomendaciones debido al incumplimiento de ciertos requisitos como mantenimiento de equipos de refrigeración, control de plagas, limpieza del área de expendio y almacenamiento e higiene personal (ARCSA, 2019).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Las bandejas de carne de pollo comercializadas en frigoríficos de la ciudad de Tulcán presentan contaminación microbiana con *Escherichia Coli O157:H7* y *Salmonella spp* y esto afecta la inocuidad del alimento?

1.3. JUSTIFICACIÓN

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2022) pronosticó que la producción de carne de ave para 2022 sería de 138,8 toneladas, es decir, un 0,8% más que en 2021, por otro lado, CONAVE reportó en 2021 que el consumo per cápita de la carne de pollo llegó a 27,7 kilogramos por persona en Ecuador (Primicias, 2022).

La inocuidad es el camino hacia nuevos mercados y más utilidades, un claro ejemplo de ello según Echeverría (2020) es Colombia, en 2007 solo exportaba a tres

mercados, para 2020 la cifra ascendió a 25 mercados, esto debido al fortalecimiento del sistema de inocuidad de las grandes empresas.

La Hora (2020) indica que en Ecuador la venta de productos cárnicos al aire libre está prohibida, pues viola la Ordenanza y la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria, con ello se busca el cumplimiento de dos parámetros; inocuidad, es decir que no cause ninguna enfermedad y por otro lado la calidad o satisfacción del consumidor (Ñúñez, 2019).

Agrocalidad regula la venta de productos inocuos en Ecuador, según esta entidad en (2020) con el objetivo de precautelar la salud de los consumidores realizaron controles, decomiso, y eliminación de carnes entre ellas 724 kg de pollo que no contaban con las medidas de faenamiento adecuado, siguiendo el Art. 61 de la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria (LOSA), la cual indica que el faenamiento debe realizarse obligatoriamente en centros autorizados.

Se consideran importantes indicadores de inocuidad a *Salmonella* spp y *E. Coli* porque proporcionan información acerca de la cadena de producción, dando paso al análisis de ciertos puntos de control que van del sector primario hasta la industria, por ejemplo, en la producción de carne de pollo deben controlarse las etapas de escaldado, desplumado y eviscerado por posible contaminación cruzada y las áreas de manipulación por ineficiente control de limpieza y desinfección (BETELGEUX, 2020).

La norma ISO 22000 trata de uno de los principios básicos de buenas prácticas de higiene a nivel nacional e internacional, la cual garantiza la inocuidad de cualquier etapa de la cadena de suministro ya sea en el procesamiento o en la distribución, es importante su implementación a nivel local, pues incluye sistemas de gestión de calidad, ambiental y salud ocupacional (Servicio de Acreditación Ecuatoriano, 2018).

La inocuidad es una responsabilidad compartida entre el Gobierno, productores, proveedores, agentes de saneamiento y consumidores; el Gobierno se encarga de regular las actividades de los productores hasta los comercializadores a través de normativas basadas en el Código Alimentario, los productores deben cumplir esta normativa sobre su producción primaria, los proveedores están a cargo del control del almacenamiento, distribución y producción, los agentes de saneamiento

planean, ejecutan y gestionan los desechos y finalmente los consumidores están a cargo del correcto almacenamiento y preparación de los alimentos.

Ecuador a través de Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (Agrocalidad) promueve las Buenas Prácticas Agropecuarias para evitar ETA y al mismo tiempo da cumplimiento a los objetivos de la ODS, los cuales se basan en producir alimentos inocuos, proteger la salud del consumidor, cuidar el medio ambiente y contribuir a la soberanía alimentaria (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2021).

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Evaluar la inocuidad de las bandejas de carne de pollo comercializado en frigoríficos de la ciudad de Tulcán.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar presencia o ausencia de *Salmonella spp* y *Escherichia coli* O157:H7 en las muestras de pollo expandidas en frigoríficos de la ciudad de Tulcán.
- Capacitar a los dueños de los frigoríficos acerca de las buenas prácticas de manipulación y almacenamiento de carnes crudas de pollo.
- Comparar los resultados de las muestras de carne de pollo de los frigoríficos antes y después de la capacitación.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cuántas muestras son positivas para *Salmonella spp* y *E. coli* O157:H7?
- ¿Cuáles fueron las estadísticas de la aplicación de la lista de verificación sobre condiciones higiénicas antes y después de la capacitación?
- ¿El porcentaje de muestras contaminadas se redujo tras la capacitación a trabajadores de los frigoríficos de la ciudad de Tulcán?

II.FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

La autora Chipugsi (2022) en su trabajo de investigación titulado “Evaluación de las propiedades físicas y microbiológicas de la carne fresca de res destinada para el consumo humano en el cantón Pujilí” tuvo por objetivo evaluar la calidad microbiológica y fisicoquímica de la carne de res fresca, comercializada en 10 tercenas y carnicerías del cantón Pujilí y de esta manera saber si la carne es apta para su consumo. Desde el punto de vista microbiológico se enfocó en la determinación de *Salmonella* por el método AOAC (2016a), *Escherichia coli* por el método NTE INEN ISO 4832:2006 y *Staphylococcus aureus* por medio del método AOAC 2003.07, además, evaluaron el estado sanitario de los locales a través de fichas que miden el nivel de cumplimiento de los factores sanitarios. Como resultado del análisis microbiológico la autora señaló que hubo ausencia de *Salmonella*, para *E. coli* encontró una muestra sobre los límites aceptables de las 10 muestras, finalmente determinó un intervalo aceptable para *S. aureus*, mientras que la ficha sanitaria indicó que solo un local cumplía el 88% de los requisitos sanitarios. Concluyendo que las condiciones sanitarias afectan de manera directa la calidad microbiológica, siendo el factor alimento y vendedor los principales conductores contaminantes.

Bermúdez, López, Márquez y Saltos (2019) en su artículo denominado “Calidad microbiológica de la carne de res comercializada en la ciudad de Calceta” examinaron la calidad higienico-sanitaria de la carne de res comercializada en tercenas y quioscos de la ciudad de Calceta, este estudio muestreó a 18 quioscos y 7 tercenas y los análisis microbiológicos realizados fueron: *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y Aerobios mesófilos. Los autores evidenciaron la presencia de los microorganismos antes mencionados, a excepción del 16% de las muestras, además, se encontró mayor contaminación en los quioscos, por lo que concluyeron existe desconocimiento sobre faenamiento y comercialización, mientras que el checklist determinó la presencia de los microorganismos en un 80,55% para los quioscos y 50% para tercenas, por lo que

sugirieron aplicar buenas prácticas de manufactura para mejorar la inocuidad de las carnes y de esta manera evitar enfermedades de transmisión alimentaria.

Tarekeng, Mitiku y Alemu (2023) titularon su artículo como "Contaminación de canales de carne de vacuno por *Escherichia coli* O157:H7 y su resistencia a los antibióticos en la zona de Awi, noroeste de Etiopía" allí evaluaron la incidencia de *E. coli* O157:H7 en mataderos y carnicerías de Awi a partir de 248 muestras de hisopos de canales, manos, cuchillos y ganchos, de los cuales 124 correspondían a carnicerías. Para la identificación del serotipo los autores siguieron una metodología tradicional al sembrar en agar MacConkey, subcultivar en agar eosina azul de metileno para finalmente cultivar en agar MacConkey sorbitol (CT-SMAC). A través de esta metodología revelaron que 22 de las 248 muestras estaban contaminadas con el patógeno, de ellos 14 muestras positivas procedían de carnicerías, contaminadas de la siguiente forma: 8/31 de canales, 1/31 de mano, 2/31 de cuchillo y 3/31 de ganchos, registrando la aparición más alta en muestras de canales y manos. Los autores concluyeron que las entregas de los canales se hicieron en condiciones antihigiénicas y entre las muestras los canales presentaron mayor positividad del serotipo, por lo tanto, recomiendan capacitar a mataderos y carnicerías en prácticas de manipulación higiénica y consumo seguro de carne.

En el artículo "Caracterización del riesgo microbiológico en carnicerías de la provincia de Neuquén, Patagonia Argentina" escrito por Barril y otros (2019) estimaron el riesgo higiénico-sanitario y la calidad microbiana de la carne molida y de superficies de contacto en las carnicerías en tres ciudades de la provincia de Neuquén (Ciudad de Neuquén, Junín de los Andes y Piedra del Águila). Para ello recolectaron 44 muestras de carne molida y 49 de superficies de contacto con la carne. Los autores en el análisis microbiológico inspeccionaron *Salmonella spp*, *E. coli* O157:H7, *STEC no O157:H7* y *Listeria monocytogenes*, mientras que para la cuantificación del riesgo higiénico sanitario aplicaron una lista de verificación con una escala del 1 al 100 que incluía 5 variables: situación y condición del edificio, equipos y herramientas, manipuladores, materias primas y producto para la venta y flujo de producción. Para el análisis microbiológico reportaron que 7 muestras dieron positivo para microorganismos patógenos, siendo Piedra de Águila la ciudad con mayor incidencia, la cual tuvo 3 muestras con *Salmonella spp*, 2 con *E. coli* O157:H7 y 3 con *STEC no O157:H7*, mientras que entre las muestras de superficies indicaron que 3 estaban contaminadas con *Salmonella spp*. Por otro lado, en la

cuantificación del riesgo sanitario de las carnicerías la mayoría reportó un riesgo moderado o bajo y una con alto; la ciudad de Neuquén debe mejorar el mantenimiento de herramientas y maquinaria, Junín de los Andes debe reforzar la trazabilidad, línea de flujo y manejo de plagas, mientras que en Piedra de Águila debe capacitarse en BPF y mejorar las condiciones del edificio. Finalmente concluyeron que el estado de las carnicerías es mejor al de otros distritos, sin embargo, se obtuvieron conteos de bacterias patógenas por lo que deben mejorar las BPM y capacitar a sus manipuladores.

Karahmet *et al.* (2021) en su artículo "Contaminación microbiológica de la carne fresca de pollo en las tiendas minoristas" evaluaron las propiedades higiénicas y microbiológicas en materiales, carne fresca de pollo (ala, muslo, pecho) y menudencia de dos carnicerías de Zenica. Para ello tomaron 16 muestras al azar durante el primer y segundo muestreo respectivamente y al finalizar los análisis microbiológicos del primer muestreo capacitaron al personal en higiene de instalaciones, personal y equipos, HACCP y Ley de Alimentos. En los resultados reportaron antes de la capacitación presencia de *Salmonella* y un máximo de 2,26 UFC/ml de *E. coli* en muslos y menudencia respectivamente, en el siguiente muestreo indicaron ausencia para *Salmonella* y un máximo de 0,80 UFC/ml de *E. coli* en muslos, además, los resultados microbiológicos indicaron mayor contaminación en superficies, bolsas de plástico, bolsas de carne y manos del personal. Finalmente concluyeron que antes de la capacitación las carnicerías no contaban con buenas prácticas higiénicas, pero después de la capacitación realizaron cambios significativos que les permitió mejorar la calidad microbiológica de la carne de pollo sin envasar, además, enfatizan la limpieza más frecuente de superficies en días calurosos, ya que las temperaturas elevadas favorecen el crecimiento microbiano.

La "Evaluación de las prácticas de higiene y seguridad de la carne entre diferentes carnicerías y supermercados en el distrito de Vhembe, provincia de Limpopo, Sudáfrica" por Siluma *et al.* (2023) indica que analizaron las condiciones higiénicas de 6 carnicerías aldeanas y 8 carnicerías comerciales a través de una lista de verificación en la que se analizó: características sociodemográficas, higiene personal, limpieza de la ropa de trabajo, infraestructura y mantenimiento de la higiene y exhibición de la carne. En los resultados reportaron que la edad del personal comprendía los 18 y 54 años, el 68% tenía nivel educativo secundario y según sus ingresos eran de clase media o media baja, según las prácticas higiénicas

de las carnicerías comerciales solo el 50% se lavaba las manos, el 25% manipulaba la carne con las manos desnudas, el 62% usaba la misma ropa protectora para distintas actividades, el 25% no usaba reddecilla y el 13% portaba joyas, para las carnicerías aldeanas el 67% se lavó las manos, sin embargo, algunos lo hicieron con agua de baldes antes usada para posteriormente secarse las manos con toallas usadas también para limpiar los mesones, el 17% usaba guantes, el 83% manipulaba las carnes con manos desnudas, el 67% usaba zapatos abiertos, todos usaban el mismo delantal para distintas actividades y el 33% usaba joyas. Con respecto a la higiene de la ropa de trabajo el 38% de las carnicerías comerciales tenían suciedad, así como el 100% de las carnicerías aldeanas. Por otro lado, el 87% de las carnicerías comerciales tenían buena estructura, pero el 13% tenían paredes y pisos agrietados y el 38% de los pisos sucios, mientras que 50% de las carnicerías aldeanas estaban en buen estado, el otro 50% tenían techos y paredes derribados y pisos agrietados, por otro lado el solo el 75% tenía acceso a agua potable, en cuanto a la exhibición de la carne se reportó que en las carnicerías comerciales el 38% de la carne tenía un color marrón y olor desagradable mientras que en las carnicerías aldeanas el 17% tenían este aspecto. Concluyeron que las prácticas antihigiénicas en la manipulación de la carne conllevan una alta posibilidad de contaminación cruzada y pueden provocar graves problemas de salud pública, pudiendo contener patógenos como *E. coli*, *Salmonella*, entre otros. Además, sugieren capacitar al personal en seguridad alimentaria para mejorar las prácticas higiénicas en las carnicerías.

EL artículo de Kanwal *et al.* (2023) titulado "Prevalencia de la toxina *Shiga* productora de *Escherichia coli* enterohemorrágica O157:H7 aislada de carne de pollo en el norte de Punjab, Pakistán" estudia la incidencia de *E. coli* (STEC) O157:H7 en muestras de pollo comercializadas por mataderos, carnicerías y supermercados para ello recolectaron aleatoriamente 160 muestras. Tras el análisis microbiológico reportaron 75 muestras (46,8%) contaminadas con *E. coli* y 14 con el serotipo *E. coli* O157:H7. Finalmente concluyen que es necesario controlar STEC ya que representa una gran amenaza para los consumidores de pollo, además, sugieren mejorar las medidas higiénicas durante las diferentes etapas del procesamiento de la carne y desarrollar un modelo para diagnosticar STEC en carne.

Amalia *et al.* (2020) en su artículo "Análisis de *Escherichia coli* O157:H7 en carne de pollo vendida en mercados tradicionales en Makassar, Indonesia", analizaron 24

muestras de carne de pollo de 4 mercados tradicionales de Makassar, el método de identificación usado fue dilución, posteriormente cultivaron en Agar Eosina Azul de Metileno para identificar *E. coli*, finalmente realizaron un cultivo bacteriano en medio Sorbitol MacConkey Agar para detectar *E. coli* O157:H7. Por otro lado, reportaron 15 muestras contaminadas con el serotipo y 16 con *E. coli*, debido a malas prácticas en la granja y durante el sacrificio, entre ellos la mezcla de carnes durante el expendio, en el faenamiento no distinguían zonas sucias de las limpias, no usaban agua potable para el lavado de los canales, uso de tablas de madera y el mismo cuchillo para distintas operaciones y el personal de los mercados no vestía correctamente la ropa de trabajo, todas estas condiciones afectaron la inocuidad de los canales de pollo. Finalmente concluyen que el 16,66% de las muestras contenían *E. coli* O157:H7.

En el artículo "Contaminación de carne de pollo con *Salmonella* spp distribuida en la ciudad de Mahabad, Irán", seleccionaron 100 muestras de carne de pollo de la ciudad de Mahabad y las investigaron para detectar la presencia de *Salmonella*. Cada muestra se cultivó en medio selenita cistina y se incubó a 37°C durante 24 horas. Luego las colonias obtenidas se cultivaron en agar MacConkey y agar *Salmonella*-Shigella, finalmente realizaron pruebas bioquímicas a muestras aisladas de *Salmonella*. En los resultados reportaron 7 muestras de pollo (7%) contaminadas con *Salmonella*. Además, todas las muestras de *Salmonella* aisladas fueron identificadas como *Salmonella* enteritis. Todos los aislados de *S. enteritis* (100%) mostraron la mayor resistencia a los antibióticos eritromicina y ampicilina. Todos los aislados analizados (100%) mostraron sensibilidad a la gentamicina. Por lo tanto, concluyeron que hay una alta prevalencia de *Salmonella* en la carne de pollo distribuida en la ciudad de Mahabad, además, recomiendan mejorar las condiciones de salud en los centros de preparación de alimentos. (Mahdavi, Azizi, Hajazimian, & Isazadeh, 2018)

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Alimentos

Los alimentos desde el punto de vista nutricional son aquellos elementos que pueden ser consumibles y aportan al cuerpo diversos elementos tales como, vitaminas, minerales, proteínas, lípidos, etc. Por lo cual los alimentos se clasifican dependiendo su origen, composición química, organoléptica, procesados o crudos,

estos factores determinan las características de los alimentos, su conservación y tiempo de vida útil.

Los alimentos crudos tales como las carnes frescas son un hábitat microbiano ideal por la gran cantidad de nutrientes que poseen, uno de ellos es la carne de pollo la cual cuenta con diversos componentes quienes no solo ayudan a la composición nutricional, sino también “al deterioro microbiano, dependiente de la disponibilidad de glucosa, ácido láctico, aminoácidos u otros compuestos nitrogenados que pueden utilizarse como fuente de energía para el crecimiento de microorganismos.” (Sáenz, 2021).

2.2.1.1. Actividad del agua

La actividad de agua en los alimentos es un factor importante para determinar el tiempo de vida útil de los mismos, ya que está ligada a la humedad de los alimentos, la carne de pollo tiene un porcentaje de agua del 74%, por lo cual es ideal para el crecimiento de microorganismos patógenos, la actividad de agua determina factores importantes, como “el grado de interacción del agua en los demás constituyentes de los alimentos y en una forma indirecta del agua disponible para llevar a cabo las diferentes reacciones a los que están sujetas.” (Arévalo, 2017).

2.2.1.2. pH

El pH es el potencial de hidrógeno, el cual determina la acidez de los alimentos, su escala va de 0 a 14, siendo un pH de 7 indicador de neutralidad, en los alimentos de origen animal tales como las carnes crudas el pH es menor a 7, aunque existen diferentes pH dependiendo de la especie de la cual se obtiene la carne dando a conocer que “con respecto a la carne de res, esta tuvo el menor valor del pH 5,65, seguido de la carne de pollo con 5,70” (Rengifo y Ordóñez , 2019) , por lo cual el pH es una condición importante no solo para entender la composición de los alimentos sino también para determinar el tiempo de vida útil del mismo.

2.2.1.3. Temperatura

La temperatura es un factor importante ya que determina las condiciones de conservación y almacenamiento de alimentos. “La carne de pollo tiene una vida útil menor a la de otras carnes, influenciada por la temperatura, variando de 4 días a 9 C° y 9 días a 7 C°” (Araujo, 2018). De tal manera conservar la cadena de frío

desde el faenamiento hasta el almacenamiento resulta fundamental para su conservación.

2.2.2. Enfermedades de origen alimentario

Existe una gran variedad de enfermedades transmitidas por alimentos, en la carne de pollo las enfermedades dependerán de las condiciones de crianza, faenamiento, almacenamiento y condiciones higiénico sanitarias a las cuales se encuentre sometida la carne de pollo, entre los puntos críticos de control están "los canales del pollo que están en contacto con la microbiota intestinal del ave, malas técnicas de sacrificio, ambientes de venta insalubres, técnicas de crianza deficientes entre otros factores contaminan la carne de pollo producida y comercializada." (Araujo, 2018).

Una de las enfermedades más comunes relacionadas con la carne de pollo es la salmonelosis, la cual en casos más graves se deriva en salmonelosis tifoidea, Araujo en su estudio indica que "esta afección se divide en dos grupos, la salmonelosis que causa la fiebre tifoidea y la salmonelosis que cursa con síndromes gastrointestinales, siendo esta última la más común; cuyas características le permiten sobrevivir en ambientes óptimos." (2018). Una de las enfermedades producidas por estos tipos de microorganismos patógenos son las intoxicaciones de origen alimentario, las cuales están ligadas a las toxinas producidas por ciertas bacterias como la *Salmonella spp* y *Escherichia coli O157:H7*, encontradas en carne de pollo. Las toxinas pueden derivar a enfermedades "denominadas fiebres entéricas, dentro de las cuales encontramos la fiebre tifoidea producida por *Salmonella typhi* y la fiebre paratifoidea producida por *Salmonella paratyphi A, B, o C*, ambas enfermedades cursan con similitudes patológicas (infecciones sistémicas) y clínicas, siendo más fuerte la fiebre tifoidea" (Araujo, 2018).

2.2.3. Descripción microbiológica

2.2.3.1. *Salmonella spp*

Salmonella spp perteneciente a la familia de enterobacterias, son bacilos gram negativos denominados microorganismos patógenos los cuales "se dividen en dos especies: *Salmonella enterica* y *Salmonella bongori*" (Araujo, 2018) causante de infecciones del tracto digestivo e intestinal, esta bacteria se aloja en el intestino causando diarrea, dolor abdominal y fiebre, existen síntomas secundarios producto de la deshidratación tales como mareo, debilitamiento del tono muscular. La

infección conocida como salmonelosis es una enfermedad transmitida por alimentos que se encuentran contaminados con *Salmonella spp* la cual tiene la capacidad de infectar al instante cualquier producto que entre en contacto con heces fecales de animales o humanos, aguas contaminadas, productos sin pasteurizar o alimentos ya contaminados.

Algunas de las enfermedades más graves causadas por *Salmonella spp* es la salmonelosis y la fiebre tifoidea, la cual tiene un nivel de mortalidad alto a diferencia de la salmonelosis la cual puede contrarrestarse con un diagnóstico temprano, al afectar directamente al sistema gastrointestinal podemos evidenciar síntomas tales como cólicos abdominales que van de leves a severos, diarrea, fiebre, vómito. Las medidas de prevención más comunes para evitar las infecciones causadas por bacterias es la buena higiene no solo del consumidor también del productor, la clasificación adecuada de los alimentos, el buen almacenamiento y cocción de los mismos.

2.2.3.2. *Escherichia coli* O157:H7

Escherichia coli O157:H7 perteneciente a la familia de las enterobacterias, se subdivide de una bacteria primaria la cual es, *Escherichia coli* la misma que se deriva en serotipos los cuales se clasifican dependiendo del número de antígenos somáticos de la pared celular, identificados por la letra "O", mientras que los antígenos del flagelo son determinados por la letra "H", estos factores establecen el nivel de toxicidad de la bacteria.

Las toxinas generadas por *Escherichia coli* O157:H7, " están estrechamente relacionadas con las potentes citotoxinas producidas por *Shigella dysenteriae* de tipo 1" (Bush y Vázquez, 2022) las cuales afectan directamente al intestino dañando las células endoteliales vasculares y mucosa, por lo cual este tipo de enfermedades causadas por microorganismos patógenos generadoras de toxinas tienen repercusiones sumamente graves en las áreas en las que se aloja las bacterias, evidenciándose de tal manera daño en el intestino y en otros endotelios vasculares los cuales son responsables del tono muscular.

Los síntomas más frecuentes por la intoxicación de *Escherichia coli* O157:H7 son cólicos abdominales fuertes causadas por la afectación del endotelio muscular, diarrea que al no tratarse puede convertirse en una diarrea sanguinolenta en un periodo de 24 horas después de haberse presentado los síntomas, uno de los datos

estadísticos más relevante señala que “aproximadamente del 5 al 10% de los casos (principalmente en niños < 5 años y adultos > 60 años) se complica con un síndrome urémico hemolítico, que por lo general se desarrolla en la segunda semana de enfermedad” (Bush y Vázquez, 2022) lo cual puede derivarse en cuadros catastróficos tales como colitis hemorrágica y en peores casos la muerte, cabe mencionar que el síntoma indicador de alguna alteración de nuestro organismo es la fiebre la cual en ciertos casos no se presenta y el principal indicador es la diarrea, dolor abdominal y mareos.

Una de las principales fuentes de propagación son los alimentos y aguas las cuales pudieron estar en contacto con la bacteria *Escherichia coli* O157:H7 producto de contaminación de heces de animales de sangre caliente, el principal propagador es la carne de res contaminada aunque no se descarta la idea de que esta bacteria se encuentre en otro tipo de carnes, tales como la carne de pollo ya sea por contaminación directa del animal o por contaminación cruzada, al estar en contacto con carne de res contaminada o malas prácticas de higiene de los manipuladores.

2.2.4. Carne de pollo

La carne de pollo está constituida por fibras musculares, compuestas por células multinucleadas tanto largas como delgadas, son parte de la composición de las partes comestibles del ave, algunos elementos nutricionales pertenecientes a la carne de pollo son: las porciones de grasa, hueso, cartílago, piel, tendones, aponeurosis, nervios y vasos linfáticos y sanguíneos, que normalmente acompañan al tejido muscular y que no se separan de este en los procesos de manipulación, preparación y transformación de la carne (Pascual y Calderón, 2000).

2.2.4.1. Composición química

La composición química de la carne de pollo se relaciona con el porcentaje de proteína, grasa, minerales y vitaminas, elementos nutricionales importantes ya que la carne de pollo se destaca por ser una carne magra con bajo contenido de grasas que van desde 1,3 a 3,9 %, su alto valor proteico, “la carne uno de los principales alimentos consumidos por el hombre debido a los nutrientes que aporta a la dieta” (Bermúdez, López, Márquez, y Saltos, 2019) por lo cual su consumo es fundamental para el desarrollo y crecimiento.

2.2.4.2. Características sensoriales

Las características sensoriales de la carne de pollo tales como color, textura, sabor y olor, "interfieren en la calidad de las carnes en general, en el caso de que la carne de pollo haya sido contaminada por agentes patógenos estos aspectos sensoriales cambiarán significativamente ya que microorganismos tales como *Salmonella spp* y *Escherichia coli* afectan a la estructura de la carne de pollo en general" (Catagua y Cerezo, 2018), estos aspectos serán fácilmente percibidos por los sentidos del gusto, vista, olfato y tacto si los microorganismos colonizan la estructura química de la carne de pollo.

2.2.4.3. Valor nutricional

La composición nutricional de la carne de pollo tiene un aporte de proteínas (21-24 por 100g), vitaminas (tiamina, niacina, riboflavina) y sales minerales, actividad de agua (aw) de 0,98-0,99 y un pH comprendido entre 6,2 - 6,4 (Pascual y Calderón, 2000), por lo tanto, sus cualidades ricas en nutrientes son ideales para la proliferación de microorganismos patógenos los cuales comprometen la integridad, calidad e inocuidad de la carne de pollo.

2.2.4.4. Calidad microbiológica

La calidad microbiológica de la carne de pollo en Ecuador es un factor indiscutible al momento de su consumo, ya que uno de los parámetros de evaluación para la calidad los productos alimentarios es la inocuidad, la cual es determinada por medio de análisis microbiológicos los cuales determinan la presencia o ausencia de microorganismos patógenos, por medio de la Normativa Técnica Ecuatoriana la cual establece "los requisitos microbiológicos que deben cumplir los productos cárnicos crudos, productos cárnicos curados - madurados y productos cárnicos precocidos - cocidos a nivel de expendio y consumo final." (INEN 1338, 2012).

2.2.4.5. Vías de contaminación

Las bacterias del aire y medio ambiente se pueden localizar en la superficie del equipo, agua o microbiota animal contaminando la superficie de la carne fresca, existiendo la probabilidad de contaminación cruzada entre canales o cortes por contacto directo o a través de superficies contaminadas, durante los procesos de deshuesado, corte, picado y mezclado, para este último se produce una mayor

área de contacto que deriva en un mayor nivel de contaminación (Rouger, Tresse, & Zagorec, 2017).

Durante el proceso de desplumado las altas temperaturas dilatan los folículos de las plumas permitiendo la transferencia de bacterias presentes en la piel, por otro lado, el lavado entre canales puede servir como vehículo de contaminación cruzada, sin embargo, el control de ambas etapas permite la disminución de *Salmonella* (Rouger, Tresse, & Zagorec, 2017).

Entre los puntos críticos de control está el eviscerado debido a cortes en el tracto digestivo, el cual contiene bacterias peligrosas como *Salmonella spp.*, además, del lavado, ya que en el proceso de almacenamiento se observa un crecimiento exponencial de contaminación debido a la persistencia de algunas bacterias (Rouger, Tresse, & Zagorec, 2017).

2.2.5. Requisitos microbiológicos en pollo crudo

2.2.5.1. Microorganismos indicadores

2.2.5.1.1. Aerobios mesófilos

Se desarrollan entre 20 y 45°C con una temperatura óptima comprendida de 30 a 40°C, es un indicador de la calidad sanitaria de las materias primas y del proceso productivo, si se establece un recuento bajo no se asegura la ausencia de patógenos y toxinas y un recuento alto no significa presencia de patógenos, este último se produce por una excesiva contaminación de la materia prima, mala manipulación, contaminación patógena, factores que derivan en la inmediata alteración del producto (Días, y otros, 2014).

2.2.5.1.2. *Escherichia coli*

Pertenece al grupo de enterobacterias, las cuales son muy comunes en la flora bacteriana humana y animal, esta bacteria es fácilmente transmitida por alimentos de origen animal, especialmente en la carne, la cual es rica en nutrientes lo que ayuda con el crecimiento y proliferación de dicha bacteria, es una de las más comunes por su resistencia. *E. coli* productora de toxina *Shiga* causa 280100 enfermedades agudas anualmente (Chang, Guamínga, & Palma, 2019).

Cuenta con al menos seis *E. coli* categorizadas, las cuales son causantes de diversas enfermedades gastrointestinales provocadas por la ingesta de alimentos contaminados con sus diferentes cepas, las cuales tienen 3 tipos de antígenos:

antígeno O: somático (grupo): antígeno H: flagelar (tipo) y antígeno K (Catagua y Cerezo, 2018).

2.2.5.2. Microorganismos patógenos en pollo crudo

2.2.5.2.1. *Salmonella spp*

La *Salmonella spp.* pertenece a la familia *Enterobacteriaceae*, la cual es una bacteria gran negativa con forma bacilar, habitualmente móvil, no esporulado, este microorganismo es uno de los causantes de ETAs, por su existencia en diversos alimentos especialmente en carne y subproductos provenientes de ave, algunos de los síntomas son: náuseas, vómito, dolor abdominal, dolor de cabeza, y diarrea, debilitamiento, fiebre moderada, somnolencia y debilidad muscular (Jay, Loessner, y Golden, 2005), estos síntomas se presentan alrededor de 6 a 72 horas después del consumo de un alimento contaminado.

2.2.5.2.1.1. Enfermedades causadas por *Salmonella spp.*

La salmonelosis es una enfermedad causada principalmente por productos cárnicos, los cuales han sido contaminados por el contacto con heces de animales o humanos infectados, BETELGEUX (2020) menciona que la " temperatura de crecimiento abarca un rango desde 5 a 45 °C, con un óptimo de desarrollo en torno a los 37 °C, por lo que no es extraño que el tracto intestinal de los animales de sangre caliente sea un hábitat habitual" dadas estas condiciones es común que los síntomas aparezcan en un aproximado de 6 a 72 horas, inidentificable por los síntomas tales como vómito, náuseas, dolor abdominal, fiebre, mareo, deshidratación, etc.

Generalmente la salmonelosis dura una semana, sin embargo, en grupos vulnerables como jóvenes, ancianos e inmunodeprimidos puede causar la muerte. En casos particulares, salmonelosis se vuelve una enfermedad sistémica, pudiendo causar fiebres entéricas después de que haya disminuido la gastroenteritis y enterocolitis, este síntoma es común de *S. Typhi* y puede derivar a otros síntomas como fiebre, anorexia, dolor de cabeza, letargo, mialgia, estreñimiento, deshidratación severa, artritis reactiva, bacteriemia, problemas cardiovasculares, artritis crónica, osteomielitis o a otras enfermedades más letales como septicemia o meningitis (Ehuwa, Jaiswal, & Jaiswal, 2021).

2.2.5.2.2. E. coli O157:H7

Productora de la toxina *Shiga*, *E. coli* O157:H7 bacteria gram negativa es responsable de causar complicaciones en la salud de los seres humanos, pues es una bacteria clasificada como enterohemorrágica la cual “no fermenta el D- sorbitos ni la ramnosa y no produce β - glucuronidasa” (Catagua y Cerezo, 2018), dichos componentes son de vital importancia para el sistema digestivo, β - glucuronidasa, el cual se encuentra en tejidos tales como el bazo e hígado responsables de la degradación de ácido hialurónico existente en vegetales, mayormente presente en tubérculos.

Su transición viene asociada directamente con el consumo de productos alimenticios contaminados, mal cocidos o por moscas domésticas. Esta bacteria es comúnmente encontrada en ganado bovino, pero eso no descarta su existencia en ganado caprino, porcino, ovino o avícola, aunque no siempre son las carnes las propagadoras de bacterias, Bush y Vázquez (2022) hace una acotación en su estudio mencionando que “el microorganismo también puede transmitirse por vía fecal-oral, especialmente entre lactantes en pañales (p. ej., debido a la cloración inadecuada del agua de una piscina para niños).”

2.2.5.2.2.1. Enfermedades causadas por E. coli O157:H7

El microorganismo *E. coli* O157:H7 pertenece al grupo de *E. coli* entero hemorrágica (EHEC), causante del síndrome urémico hemolítico (SHU) el cual deriva a enfermedades tales como anemia hemolítica, trombocitopenia e insuficiencia renal aguda. Estas enfermedades deterioran paulatinamente órganos como: riñones, aparato digestivo, sistema nervioso, hígado, páncreas, etc.

La toxina *Shiga* al ser una sustancia altamente nociva, producida por la bacteria *E. coli* O157:H7 es tomada como un indicador peligroso, ya que interrumpe la síntesis de proteínas, a través de verotoxinas llamadas así por destruir células vero producidas por las citotoxinas, las cuales matan la célula atacando directamente a la membrana, las verotoxinas también son conocidas como TxS, se clasifican en dos tipos TxS 1 y TxS 2 y se diferencian por su cuadro clínico, por otro lado Monteverde en su investigación enfatiza que “los términos TxS y verotoxina son equivalentes, aunque el primero se utiliza con más frecuencia en la actualidad.” (2014).

Entre las infecciones más comunes están la infección urinaria, entérica, invasiva y en otros sitios, las cuales pueden derivar a enfermedades como la prostatitis e

inflamatoria pélvica causadas por la bacteria *Escherichia coli* O157:H7, cabe mencionar que las infecciones por "E. coli O157:H7 y otras STEC debe distinguirse de otras diarreas infecciosas mediante el aislamiento del microorganismo en un coprocultivo" (Bush y Vázquez, 2022) así se podrá determinar el origen del brote identificando la causa de la infección, previniendo posibles complicaciones a futuro.

2.2.6. Centros de faenamiento avícola

Los centros de faenamiento avícola deben contar con infraestructura y equipamiento adecuado para el proceso de pre mortem, rigor mortem y post mortem de las aves, los parámetros de infraestructura y equipos deben basarse en los reglamentos sanitarios, de esa manera el producto podrá llegar en condiciones adecuadas a los centros de expendio, los cuales de igual manera deben contar con condiciones de almacenamiento y exhibición idóneas para la carne de pollo, al ser uno de los alimentos mayor consumidos se ha convertido en "foco de enfermedades como *Campylobacter*, *Listeria*, infecciones por *Escherichia coli* y *Salmonella spp.*" (Araujo, 2018).

2.2.7. Manipulación de la carne de pollo en los centros de expendio y distribución

Tanto para la manipulación como almacenamiento de la carne de pollo en los centros de expendio y distribución se deben cumplir lineamientos básicos de higiene, siendo este uno de los pilares fundamentales para la adecuada conservación de los alimentos, factores como la vestimenta, accesorios y utensilios que se usan diariamente repercuten directamente en el estado microbiológico que se encuentra y se encontrará en los alimentos al momento de la recepción, almacenamiento y distribución, por lo cual los lineamientos básicos de vestimenta mencionan que los empleados, manipuladores así como personas que se encuentren en áreas en las cuales se manipule alimentos "deberán llevar la indumentaria requerida acorde con lo aconsejado para el manipulador de alimentos y deberán, además, cumplir con las mismas disposiciones de higiene del personal señaladas en esta sección." (ONUAA y OMS, 2017), cada empresa o negocio cuenta con códigos de vestimenta acorde a las necesidades de la industria, sin embargo, existen parámetros claros que se deben cumplir tales como el uso de uniformes, mallas, cofias, mascarilla, calzado adecuado, además, no emplear accesorias ayuda a que el riesgo de contaminación sea menor.

2.2.8. Seguridad alimentaria

La seguridad alimentaria tiene diversos conceptos dependiendo el país y sus políticas, en la Cumbre Mundial Sobre la Alimentación se insiste que "aplicar medidas de conformidad con el acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias y otros acuerdos internacionales pertinentes, garantiza la calidad e inocuidad de los suministros alimentarios, en particular mediante el fortalecimiento de las actividades normativas" (FAO, 1996), por ende estas actividades mejoran y conservan los derechos al consumo de alimentos inocuos y de calidad para la población en general.

2.2.9. Inocuidad alimentaria

La inocuidad alimentaria viene de la mano con el concepto de seguridad alimentaria, ya que sin inocuidad no puede existir seguridad alimentaria, por lo cual no existiría garantía que los productos alimentarios lleguen a ser capaces de nutrir o tan siquiera de ser consumidos, por lo cual la inocuidad alimentaria se describe como la garantía de que aquello que se consuma cumpla con los requisitos para llevar una vida activa y sana, " el término de inocuidad alimentaria describe todas las prácticas que se utilizan para mantener nuestros alimentos seguros. Se refiere a la manipulación, preparación y almacenamiento de alimentos para reducir el riesgo de su contaminación" (Márquez, 2020) es así como la inocuidad siempre va a estar ligada a parámetros tales como la calidad y salud.

2.2.10. ETA

Las siglas ETA hacen referencia a las enfermedades transmitidas por alimentos, las cuales son causadas por microorganismo patógenos, pudiendo ser bacterias u hongos capaces de deteriorar la salud humana a través de la ingesta de alimentos contaminados los cuales "pueden comprometer la salud de un individuo o una población. Entre las enfermedades transmitidas por alimentos encontramos las infecciones alimentarias producidas por virus, parásitos o bacterias (...) las intoxicaciones alimentarias producidas por la ingestión de toxinas producidas por tejido vegetal, animal o alguna sustancia química." (Araujo, 2018).

2.2.11. Ensayos moleculares

Los ensayos moleculares son herramientas que facilitan las pruebas de diagnóstico por medio de reacción en cadena de la polimerasa (PCR) las cuales tienen un

tiempo de reacción menor comprendido entre 15 y 30 minutos, en comparación a otros métodos tradicionales, los cuales tardan alrededor de 4 a 5 días para presentar resultados. En la actualidad se “aplican ampliamente en ecología microbiana para cuantificar la abundancia y expresión taxonómica y marcadores genéticos funcionales en el medio ambiente” (Osborn & Smith, 2009).

2.2.12. Equipo Bax System X5

Equipo que maneja hasta 32 muestras por medio de reacción en cadena de la polimerasa (PCR), empleado para “identificar de manera precisa y confiable los patógenos transmitidos por los alimentos en materias primas, productos terminados y muestras ambientales con un espacio de laboratorio más pequeño” (Higienda, BAX System X5, 2022).

Este equipo cuenta con diversas partes que son indispensables para la determinación de los agentes patógenos tales como *E.coli O157:H7* y *Salmonella spp*, de esta manera el equipo Bax System X5 cuenta con un medio de enriquecimiento, bloque de calentamiento, bloque de enfriamiento, reactivos específicos tales como los kits que son específicos para cada microorganismo y cuentan con un reactivo de lisis y pocillos con pastillas las cuales actuaran como catalizadores par la reacción en cadena de polimerasa y por último tenemos el equipo Bax System X5 el cual se encarga de replicar la cadena de polimerasa miles de veces para así determinar la ausencia o presencia del microorganismo patógeno, este equipo cuenta con un sistema de punto final por lo cual se debe esperar a que el equipo termine la lectura para obtener resultados, tiempo que oscila entre tres horas y tres horas y media.

2.2.13. Medio de enriquecimiento

2.2.13.1. Bax System MP

Es un caldo de enriquecimiento selectivo aprobado por AOAC y AFNOR compuesto por fosfato sódico, dodecahidratado e ingredientes inertes, los cuales proporcionan condiciones adecuadas para la toma de muestras *E. coli O157:H7* y *Salmonella spp*, acelerando de tal manera el proceso de incubación a través del sistema BAX. El medio proporciona nutrientes y condiciones de pH estables para recuperar células de *E. coli O157:H7* y *Salmonella spp* de carne cruda, espinaca y lechuga (Higienda, 2022).

Aunque la técnica con PCR no es reconocida como tal como un método en el área de alimentos, es avalado por organizaciones tales como la AOAC y AFNOR que han visto beneficios tanto económicos como en ahorro de tiempo, tomando en cuenta que la industria alimentaria trabaja cronometrada y el tiempo es un factor importante para la producción de alimentos, es así que el medio es efectivo, pues acelera los procesos de identificación por su reacción en cadena de polimerasa, actuando como un entorno ideal para la detección ADN y ARN de patógenos tales como *E. coli* O157:H7 y *Salmonella* spp.

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

La presente investigación se basa en un enfoque cuantitativo obteniendo resultados medibles y estadísticamente alcanzables mediante la determinación de *Salmonella spp* y *E. coli O157:H7* en carne de pollo por medio de un enfoque cualitativo, porque incluye datos derivados del análisis microbiológico como ausencia o presencia de los agentes patógenos antes descritos, además, se analizaron los niveles de cumplimiento de las condiciones higiénicas en la que expenden los frigoríficos las bandejas de carne de pollo en la ciudad de Tulcán, a través de los protocolos descritos por la normativa ecuatoriana ARCSA-016-2023.

3.1.2. Tipo de Investigación

3.1.2.1. Investigación descriptiva

Este tipo de investigación trata de caracterizar un fenómeno a través de sus variables, para este estudio se señala el porcentaje de contaminación para los dos patógenos analizados; *Salmonella* y *E. coli O157:H7* a través de pruebas microbiológicas aplicadas a bandejas de pollo muestreadas de tres frigoríficos, cuyo producto se receipta de los centros de faenamiento locales, además, se describen las condiciones higiénicas a través de una lista de verificación, siendo un medio de verificación sobre las condiciones en las que se encuentra y expende el pollo en los frigoríficos antes señalados.

3.1.2.2. Investigación experimental

La investigación experimental se llevó a cabo en los laboratorios de microbiología de la Universidad Politécnica del Carchi (UPEC) y tuvo como objetivo determinar *Salmonella spp* y *Escherichia coli O157:H7* en bandejas de pollo comercializado en frigoríficos de la ciudad de Tulcán, manteniendo un enfoque científico basado en variables medibles y alcanzables por medio de métodos experimentales

funcionales, utilizando el equipo Bax System X5 como herramienta, el cual proporcionó resultados cualitativos por medio de tecnología PCR con un equipo de punto final.

3.2. HIPÓTESIS

3.2.1. Hipótesis nula (Ho)

Las bandejas de carne de pollo comercializadas en frigoríficos de la ciudad de Tulcán no están contaminadas con *Salmonella spp* y *Escherichia coli O157:H7*, por lo tanto, no afecta la inocuidad del alimento.

3.2.2. Hipótesis alternativa (Hi)

Las bandejas de carne de pollo comercializadas en frigoríficos de la ciudad de Tulcán están contaminadas con *Salmonella spp* y *Escherichia coli O157:H7*, por lo tanto, afecta la inocuidad del alimento.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

3.3.1. Definición de las variables

3.3.1.1. Variable independiente

Buenas prácticas de manufactura

3.3.1.2. Variable dependiente

Inocuidad de las bandejas de carne de pollo

3.3.2. Operacionalización de las variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

| Variable | Dimensión | Indicador | Técnica | Instrumento |
|---|--|---|--|--------------------|
| Independiente Buenas prácticas de manufactura | Evaluación sanitaria de las condiciones de venta | Higiene personal Utilización de la ropa de trabajo Exhibición de la carne de pollo Manejo de la carne de pollo | Lista de verificación sobre buenas prácticas de manufactura | ARCSA 016-Anexo 1 |
| Dependiente Inocuidad de las bandejas de carne de pollo | Evaluación microbiológica de las bandejas de pollo | Presencia y ausencia de <i>E. coli O157: H7</i> y <i>Salmonella spp.</i> | Ensayo PCR punto final para <i>Salmonella spp.</i> y <i>E. coli O157: H7</i> | NTE INEN 1338:2012 |

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Proceso de muestreo

Este estudio es parte de una investigación de trazabilidad de la carne de pollo, por ende, los frigoríficos objetivo son aquellos a los que las faenadoras expenden directamente bandejas de carne de pollo, con la información proporcionada por los centros de faenamiento se identificaron 3 frigoríficos a los que se debe aplicar el proceso de muestreo. El muestreo se dividió en dos etapas; la primera constó de 3 semanas, en este periodo se tomó de cada frigorífico cinco bandejas por semana analizándose un total de 45 bandejas. La segunda etapa se ejecutó posterior a las dos semanas de capacitación, por un periodo de dos semanas, recogiendo un total de 30 bandejas de pollo, en total se evaluaron 75 muestras de los 3 frigoríficos.

Tabla 2. Codificación de las muestras

| Frigorífico - Muestra | L1Mn | L2Mn | L3Mn |
|-----------------------|--------|--------|--------|
| Semana | | | |
| S1 | L1MnS1 | L2MnS1 | L3MnS1 |
| S2 | L1MnS2 | L2MnS2 | L3MnS2 |
| S3 | L1MnS3 | L2MnS3 | L3MnS3 |
| S4 | L1MnS6 | L2MnS6 | L3MnS6 |
| S5 | L1MnS7 | L2MnS7 | L3MnS7 |

Para el proceso de muestreo se codificaron los frigoríficos según el orden de recolección de muestras L1Mn, L2Mn y L3Mn (L=local, M= muestra, n= número de muestra), para el almacenamiento de las contramuestras se empleó la codificación S (S= semana). Para el proceso de recolección de las muestras se usó fundas ziploc, en las que colocaron directamente las bandejas los trabajadores de cada frigorífico, esta medida se tomó para que los diversos factores no afecten los resultados, de la misma manera se les pidió a los trabajadores que las bandejas sean tomadas de la base, el centro y la parte superior de las vitrinas.

Tabla 3. Codificación de las muestras por sitio antes de la capacitación.

| Semana | Local | Maestro | Numero de muestra |
|---------------|--------------|----------------|--------------------------|
| S1 | L1 | M1 | 1 |
| | | M2 | 2 |
| | | M3 | 3 |
| | | M4 | 4 |
| | | M5 | 5 |
| | L2 | M1 | 6 |
| | | M2 | 7 |
| | | M3 | 8 |
| | | M4 | 9 |
| | | M5 | 10 |
| | L3 | M1 | 11 |
| | | M2 | 12 |
| | | M3 | 13 |
| | | M4 | 14 |
| | | M5 | 15 |
| S2 | L1 | M1 | 16 |
| | | M2 | 17 |
| | | M3 | 18 |
| | | M4 | 19 |
| | | M5 | 20 |
| | L2 | M1 | 21 |
| | | M2 | 22 |
| | | M3 | 23 |
| | | M4 | 24 |
| | | M5 | 25 |
| | L3 | M1 | 26 |
| | | M2 | 27 |
| | | M3 | 28 |
| | | M4 | 29 |
| | | M5 | 30 |
| S3 | L1 | M1 | 31 |
| | | M2 | 32 |
| | | M3 | 33 |
| | | M4 | 34 |
| | | M5 | 35 |
| | L2 | M1 | 36 |
| | | M2 | 37 |
| | | M3 | 38 |
| | | M4 | 39 |
| | | M5 | 40 |
| | L3 | M1 | 41 |
| | | M2 | 42 |
| | | M3 | 43 |
| | | M4 | 44 |
| | | M5 | 45 |

Tabla 4. Codificación de las muestras por sitio después de la capacitación.

| Semana | Local | Maestro | Numero de muestra |
|--------|-------|---------|-------------------|
| S4 | L1 | M1 | 46 |
| | | M2 | 47 |
| | | M3 | 48 |
| | | M4 | 49 |
| | | M5 | 50 |
| | L2 | M1 | 51 |
| | | M2 | 52 |
| | | M3 | 53 |
| | | M4 | 54 |
| | | M5 | 55 |
| | L3 | M1 | 56 |
| | | M2 | 57 |
| | | M3 | 58 |
| | | M4 | 59 |
| | | M5 | 60 |
| S5 | L1 | M1 | 61 |
| | | M2 | 62 |
| | | M3 | 63 |
| | | M4 | 64 |
| | | M5 | 65 |
| | L2 | M1 | 66 |
| | | M2 | 67 |
| | | M3 | 68 |
| | | M4 | 69 |
| | | M5 | 70 |
| | L3 | M1 | 71 |
| | | M2 | 72 |
| | | M3 | 73 |
| | | M4 | 74 |
| | | M5 | 75 |

En el proceso de transporte las fundas ziploc fueron cerradas y codificadas para identificar la procedencia y se trasladaron al laboratorio de microbiología de la UPEC en un cooler con hielo, para evitar el rompimiento de la cadena de frío que deben mantener los productos cárnicos crudos.

3.4.2. Análisis microbiológico

El análisis microbiológico de *Salmonella spp* y *E. coli O157:H7* se llevó a cabo por el método PCR en el equipo Bax System X5 existente en el laboratorio de microbiológica de la UPEC, este equipo utiliza una metodología de punto final, por lo que después del tiempo cronometrado para cada corrida, es decir, al término de aproximadamente tres horas y media aparecerán los resultados, ya sean positivos o negativos.

3.4.2.1. Técnica de enriquecimiento

La técnica de enriquecimiento planteada por el manual (Higiene, 2021) menciona que el enriquecimiento se deberá realizar con 25 g de muestra en este caso carne

de pollo y 225 ml de BPW previamente precalentado a una temperatura de 37 °C o a temperatura ambiente.

La preparación del BPW consiste en colocar en el matraz 22,5 g de BPW, de poco a poco verter 1L de agua destilada y agitar hasta que se disuelva, posteriormente esterilizar por 15 minutos a 121 °C.

3.4.2.2. Técnica de incubación

El manual (Hygiena, 2021) menciona que la técnica de incubación adecuada para la determinación de *Salmonella spp* y *E. coli O157:H7* se deberá realizar a una temperatura 42 °C por un periodo de 8 a 24 horas dependiendo el microorganismo, en el caso de *E. coli O157:H7* el tiempo de incubación puede durar entre 8 a 24 horas, a diferencia de *Salmonella spp* cuyo periodo de incubación es de exactamente 24 horas, las muestras fueron sometidas a dichas temperaturas después de ser homogenizadas a 230 revoluciones por minuto.

3.4.2.3. Equipo Bax System X5

El procedimiento para la determinación de *Salmonella spp* y *E. coli O157:H7* sigue las pautas del manual (Hygiena, 2021), divididas en tres partes: lisado, hidratación y lectura, a continuación, se señalan a detalle cada una.

1. Las muestras incubadas de *E. coli O157:H7* y *Salmonella spp* fueron sacadas de la incubadora después del tiempo correspondiente, fueron agitadas y se sometieron a un reposo de 10 minutos a temperatura ambiente.
2. A continuación, se preparó el reactivo de lisis, para ello se colocó 50 µl de proteasa y 4 ml de buffer de lisis en un tubo de microcentrífuga, tapamos bien y giramos 10 veces el tubo para que se incorporen los componentes, la cantidad antes mencionada se calculó en base a 15 muestras semanales.
3. Seguido, se colocaron 15 tubos cluster en una gradilla, cada tubo se rotuló por muestra y se puso 200 µl del reactivo de lisis y 20 µl de muestra para *E. coli O157:H7*, en el caso de *Salmonella spp* empleamos 5 µl de muestra, finalmente se cierran los tubos con las tapas correspondientes.
4. Luego los tubos cluster fueron llevados al termobloque para el proceso de lisado, en dicho equipo las temperaturas aplicadas fueron de 37°C a 95°C, sin embargo, no se llegó a la temperatura final de 4°C por el mal funcionamiento del equipo, por lo que Hygiena sugirió llevar los tubos a refrigeración por 1 hora.

5. Pasado ese tiempo sacamos los tubos cluster del refrigerador.
6. Un minuto antes de sacar los tubos cluster del refrigerador se toma el bloque frío del congelador y se colocan los pocillos con las pastillas del microorganismo a evaluarse, en dichos pocillos se colocan 50 µl de muestra lisada y se cierran con las tapas del kit, posteriormente se espera hasta que la pastilla se hidrate, este proceso no debe exceder los 15 minutos.
7. Por consiguiente, se programa la computadora, agregando el código de la muestra, lote del kit y el tipo de microorganismo.
8. Ya disueltas las pastillas se colocan los pocillos del kit en el equipo Bax System X5, cerramos y damos clic en correr. Los resultados se obtendrán después del tiempo marcado en la pantalla.
9. Al terminar la corrida la tapa del equipo se abre automáticamente, se extraen los pocillos y se cierra la tapa, posteriormente el equipo arroja los resultados cualitativos, los cuales se guardan en el formato de preferencia.

Nota: Para no interferir con los resultados es necesario utilizar guantes de nitrilo, limpiar las superficies con una dilución de hipoclorito de sodio.

3.4.3. Instrumentos de recolección de datos

3.4.3.1. Ficha de evaluación sanitaria previa a la capacitación

La evaluación sanitaria de los frigoríficos se llevó a cabo a través de una lista de verificación de 22 puntos, basada en la normativa ecuatoriana ARCSA-016-2023, específicamente sobre buenas prácticas de manufactura y constaron de 4 categorías: higiene del personal, utilización de la ropa de trabajo, exhibición de la carne de pollo, manejo de la carne de pollo, además, se consideraron preguntas relacionadas a la calidad del servicio como capacitación en BPM y años de experiencia laboral. Además, las condiciones higiénicas de cada local se evaluaron siguiendo tres niveles de aceptación, del 75 al 100% aceptable, del 50 al 75% regular e inferior a 50% no aceptable.

No todos los puntos se identificaron por medio de la observación, se utilizó un conjunto de preguntas para el personal con la finalidad de recopilar información acerca de las condiciones de manejo del alimento objeto de estudio en los frigoríficos de la ciudad de Tulcán.

3.4.3.2. Ficha de evaluación sanitaria posterior a la capacitación

La evaluación posterior a la capacitación evidenció los conocimientos de los dueños y empleados de los frigoríficos sobre las buenas prácticas de manufactura de la carne cruda de pollo. Las preguntas tomaron en cuenta la normativa ecuatoriana ARCSA-016-2023, en la que se detallan los requerimientos sobre buenas prácticas de manufactura, las preguntas constaron de los mismos temas aplicados en el cuestionario previo a la toma de muestras: higiene del personal, utilización de la ropa de trabajo, exhibición y manejo de la carne de pollo.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos de la experimentación se evaluaron mediante estadística descriptiva para agrupar las condiciones higiénicas y los resultados microbiológicos de cada frigorífico en tablas, las cuales contenían datos numéricos y porcentajes.

3.5.1. Población y muestra

La selección de la muestra de la población fue definida por las faenadoras existentes en la ciudad de Tulcán, existen 3 faenadoras en funcionamiento de las cuales 2 distribuyen bandejas de pollo crudo a 3 frigoríficos de la ciudad de Tulcán. La faenadora 1 distribuye a 2 frigoríficos (L1 y L2) y la faenadora 2 distribuye a un frigorífico (L3). Por lo cual la muestra a considerar es la población total de frigoríficos que distribuyen bandejas de pollo provenientes de la ciudad del Tulcán.

3.5.1.1. Muestra

Las muestras de carne de pollo crudo se recogieron siguiendo lo indicado en la norma técnica NTE INEN 1338 Enmienda 1 para carne y productos cárnicos, donde menciona que para el análisis microbiológico de productos cárnicos crudos el número de muestras tanto para *E. coli* como para *Salmonella* son 5, por lo que se tomaron 5 bandejas de carne de pollo por frigorífico.

Para la toma de muestras se concluyó; que en la primera fase las muestras serán recolectadas una vez por semana por un periodo de 3 semanas, seguido de una capacitación la cual durará 2 semanas y finalizará por la verificación del cumplimiento de la BPH por un periodo de 2 semanas, siendo un total de 75 muestras, tomando en cuenta las directrices para la toma de muestras de la norma técnica NTE INEN 776:2013 para carne y productos cárnicos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Evaluación antes de la capacitación

La ficha de evaluación se realizó conforme al Anexo 5 y en base a la normativa ecuatoriana ARCSA-DE-2022-016-AKRG, para ello se evaluaron 22 puntos clasificados en 4 categorías: higiene personal, utilización de la ropa de trabajo, exhibición de la carne de pollo, manejo de la carne de pollo, además, se incluyeron dos indicadores de calidad del servicio: capacitación en BPM y años de experiencia laboral.

Se evaluaron un total de 22 puntos en la lista de verificación aplicada a cada frigorífico, de acuerdo con el número de puntos se proporcionó 3 niveles de aceptación; del 75 al 100% aceptable, del 50 al 75% regular e inferior a 50% no aceptable.

En la Tabla 4 se indica el porcentaje de cumplimiento de las condiciones higiénicas en los tres frigoríficos, el local 1 cumplió 15/22 puntos (68,18%), el local 2 cumplió 11/22 puntos (50%) y el local 3 cumplió 12/22 puntos (54,54%), es decir, los tres frigoríficos tuvieron un nivel de aceptación regular sobre la aplicación correcta de las buenas prácticas higiénicas.

Tabla 5. Cumplimiento de las condiciones higiénicas en los 3 frigoríficos antes de la capacitación.

| Grupo de variables | Local 1 | Local 2 | Local 3 | Observación |
|---|----------------|----------------|----------------|-------------------------------|
| Higiene personal | | | | |
| Lavarse las manos: | | | | |
| Después de ir al baño | 100 | 100 | 100 | |
| Después de manipular alimentos crudos | 0 | 0 | 0 | Limpieza con toalla |
| Después de sonarse la nariz | 0 | 0 | 0 | |
| Después de manejar basura | 100 | 100 | 100 | |
| Después de tocarse cualquier parte del cuerpo | 0 | 0 | 0 | |
| Después de cada descanso | 100 | 100 | 100 | |
| Después de manejar animales | NA | NA | NA | *No hay presencia de animales |
| Utilización de la ropa de trabajo | | | | |
| Utiliza botas o calzado impermeable | 100 | 0 | 0 | |
| Uso de mascarilla | 0 | 0 | 0 | |
| Uso de redecilla | 100 | 0 | 100 | |
| Diferente delantal para diferentes actividades | 0 | 0 | 0 | |
| Uso de camisetas manga larga | 100 | 0 | 0 | |
| Uso de guantes desechables | 100 | 0 | 100 | No se lavan las manos |
| Evitan uso de joyas | 100 | 100 | 0 | |
| Exhibición de la carne de pollo | | | | |
| Diferentes tipos de carnes separadas físicamente | 100 | 100 | 100 | |
| Alimentos crudos debajo y los listos para el consumo arriba | 100 | 100 | 100 | |
| Evitar sobrecarga en las vitrinas | 100 | 100 | 100 | |
| Niveles de vitrinas limpios | 100 | 0 | 100 | |
| Manejo de la carne de pollo | | | | |
| En refrigeración la carne de pollo | 100 | 100 | 100 | |
| Durante la recepción las bandejas se colocan directamente en la vitrina | 100 | 100 | 100 | |
| En refrigeración de 0 a 4°C | 100 | 100 | 100 | |
| Evita manipular dinero y carne al mismo tiempo | 0 | 100 | 0 | |
| Total | 15/22 | 11/22 | 12/22 | |
| % Cumplimiento | 68,18 | 50 | 54,54 | |

Entre las 4 clasificaciones, las que presentaron mayores inconsistencias fueron higiene del personal; se pudo verificar que no se lavaban las manos después de manipular carne cruda, sonarse la nariz o tocar cualquier parte del cuerpo y la utilización de la ropa de trabajo; en casi todos los locales fallaba la utilización de botas, redecilla, mascarilla, camisetas manga larga, guantes desechables, joyas, diferente delantal para específicas actividades.

En la Tabla 5 se evaluaron dos indicadores de calidad de servicio: capacitación en BPM y años de experiencia, el local 1 aunque no tiene capacitación en BPM, tiene 6 años de experiencia en manejo de cárnicos, mientras que el local 3 tiene ambos, capacitación en BPM y 8 años de experiencia, a diferencia del local 2 cuya experiencia fue de 3 años, sin capacitación en BPM.

Tabla 6. Indicadores de calidad del servicio en los frigoríficos.

| Grupo de variables | Local 1 | Local 2 | Local 3 | Observación |
|----------------------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|
| Capacitación BPM | No | No | Si | - |
| Años de experiencia | 6 | 3 | 8 | - |

4.1.2. Evaluación a los frigoríficos posterior a la capacitación

La ficha de evaluación posterior a la capacitación se realizó de manera observacional conforme a la normativa ARCSA-2023-016 y en base a los siguientes temas: higiene del personal, utilización de la ropa de trabajo, exhibición de la carne de pollo y manejo de la carne de pollo.

La lista de verificación sobre las condiciones higiénicas se encuentra en el Anexo 6 y sus resultados se mencionan en la Tabla 6, siendo ordenados de mayor a menor porcentaje de cumplimiento, el local 1 se encuentra en primer lugar, al obtener 17/22 puntos (77,27%), seguido del local 2 y 3 con 12/22 puntos (54,54%), es decir, el local 1 tuvo un nivel aceptable mientras que el local 2 y 3 tuvieron un nivel de aceptación regular sobre la aplicación correcta de las buenas prácticas higiénicas.

Tabla 7. Cumplimiento de las condiciones higiénicas en los 3 frigoríficos después de la capacitación.

| Grupo de variables | Local 1 | Local 2 | Local 3 | Observación |
|---|----------------|----------------|----------------|-------------------------------|
| Higiene del personal | | | | |
| Lavarse las manos: | | | | |
| Después de ir al baño | 100 | 100 | 100 | |
| Después de manipular alimentos crudos | 0 | 0 | 0 | Limpeza con toalla |
| Después de sonarse la nariz | 100 | 100 | 100 | |
| Después de manejar basura | 100 | 100 | 100 | |
| Después de tocarse cualquier parte del cuerpo | 0 | 0 | 0 | |
| Después de cada descanso | 100 | 100 | 100 | |
| Después de manejar animales | NA | NA | NA | *No hay presencia de animales |
| Utilización de la ropa de trabajo | | | | |
| Utiliza botas o calzado impermeable | 100 | 0 | 0 | |
| Uso de mascarilla | 0 | 0 | 0 | |
| Uso de redecilla | 0 | 0 | 0 | |
| Mismo delantal para diferentes actividades | 100 | 100 | 100 | |
| Uso de camisetas manga larga | 100 | 0 | 0 | |
| Uso de guantes desechables | 100 | 0 | 100 | No se lavan las manos |
| Evitan uso de joyas | 100 | 100 | 100 | |
| Exhibición de la carne de pollo | | | | |
| Diferentes tipos de carnes separadas físicamente | 100 | 100 | 100 | |
| Alimentos crudos debajo y los listos para el consumo arriba | 100 | 100 | 100 | |
| Evitar sobrecarga en las vitrinas | 100 | 100 | 100 | |
| Niveles de vitrinas limpios | 100 | 0 | 100 | |
| Manejo de la carne de pollo | | | | |
| En refrigeración la carne de pollo | 100 | 100 | 0 | |
| Durante la recepción las bandejas se colocan directamente en la vitrina | 100 | 100 | 0 | |
| En refrigeración de 0 a 4°C | 100 | 100 | 0 | |
| Manipulación de dinero y carne al mismo tiempo | 100 | 0 | 100 | |
| Total | 17/22 | 12/22 | 12/22 | |
| % Cumplimiento | 77,27 | 54,54 | 54,54 | |

Durante la inspección de la higiene del personal se encontró que ningún frigorífico se lava las manos después de manipular carne cruda pues poseen una toalla para limpiarse las manos, al igual que tampoco se evidenció que se lavaron las manos después de tocar cualquier parte del cuerpo. Además, en todos los frigoríficos no se evidenció presencia de animales, por tanto, no aplica el ítem de lavado de manos después de manejar animales.

En cuanto al uso del vestuario del personal de los frigoríficos se encontró que dos de ellos no vestían calzado impermeable o botas, además, que ninguno no portaba mascarilla y redecilla para el cabello, así mismo se evidenció que el delantal lo usaban para distintas actividades del frigorífico siendo estas principalmente cortar y vender diferentes tipos de carne, incluso se evidenció que dos de los tres frigoríficos no usaban camisa manga larga para evitar el contacto de las carnes con la piel. Pero si cumplieron al no portar accesorios y dos de los frigoríficos usaban guantes desechables, aunque su uso no fue adecuado pues se debía cumplir con el lavado de manos después de cualquier actividad.

También se verificó que uno de los frigoríficos tenía los niveles en los que colocaba la carne mal limpiados pues se apreciaba grasa, por otro lado, se comprobó que dos de los tres locales manipulaban dinero después de manipular carne, mientras que el otro local tenía una persona exclusiva en caja.

Finalmente, se inspeccionó la calidad de almacenamiento, encontrándose que uno de los frigoríficos dejaba las bandejas de pollo a temperatura ambiente, por lo tanto, no cumplía con la temperatura de refrigeración y el almacenamiento directo en las vitrinas después de su recepción. Si se compara con la evaluación previa a la capacitación el local 3 presentó desmejoras en el manejo de la carne de pollo, aspecto que vulnera la inocuidad de la carne, al acelerar el deterioro del producto, sin embargo, al analizar patógenos la contaminación ocurre durante las actividades de manipulación, por tanto, la temperatura en este aspecto solo retrasa el crecimiento de *Salmonella spp* y *E. coli O157:H7* en caso de estar presentes.

4.1.3. Análisis microbiológico

Los resultados microbiológicos indicaron presencia y ausencia de *Salmonella spp* y *E. coli O157:H7* en muestras de carne de pollo de los 3 frigoríficos en estudio; las bandejas procedían directamente desde las faenadoras y se muestrearon aleatoriamente durante 5 semanas en las que se les aplicó pruebas de PCR, así mismo, se consideraron 2 semanas para capacitar al personal de los frigoríficos en BPM, así se consignaron un total de 7 semanas al estudio experimental.

4.1.4. Determinación de ausencia o presencia de *Salmonella spp* en bandejas de pollo

Los resultados para la determinación de *Salmonella spp* en carne de pollo se muestran en la Tabla 7, se puede apreciar que después de la capacitación, en la

semana 6 del total de 15 muestras 2 dieron positivo para *Salmonella spp* que corresponden al 13,33% de las muestras, igual comportamiento fue observado en la semana 7 después de la capacitación.

Tabla 8. Presencia de *Salmonella spp* en bandejas de carne de pollo en 3 frigoríficos de Tulcán.

| Capacitación | Semana | Día de recolección | Resultados positivos/Total de muestras | | | | Frecuencia |
|----------------|--------|--------------------|--|---------|---------|-------|------------|
| | | | Local 1 | Local 2 | Local 3 | Total | |
| Antes | 1 | 30.03.2023 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 0/15 | 0% |
| | 2 | 13.04.2023 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 0/15 | 0% |
| | 3 | 20.04.2023 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 0/15 | 0% |
| Después | 6 | 11.05.2023 | 2/5 | 0/5 | 0/5 | 2/15 | 13,33% |
| | 7 | 18.05.2023 | 1/5 | 0/5 | 1/5 | 2/15 | 13,33% |
| | | Total | 3/25 | 0/25 | 1/25 | 4/75 | 5,33% |
| | | Frecuencia | 12% | | 0% | 4% | |

Por tanto, se evidencia un aumento de muestras contaminadas para las dos semanas posteriores a la capacitación, lo que indica una contaminación con *Salmonella spp* del 5,33% sobre el total de las 75 muestras, generadas por malas prácticas de higiénico-sanitarias del personal demostrado en la Tabla 6.

Se puede observar que, en las tres primeras semanas de la toma de muestras, los frigoríficos cumplieron con el criterio de ausencia de *Salmonella spp*. en las bandejas de pollo, sin embargo, después de la capacitación, los análisis para *Salmonella spp* mostraron que 3 de las 10 bandejas de pollo analizadas del local 1 no cumplen los requisitos, así mismo una muestra del local 3.

En la Tabla 8 se denota que antes de la capacitación no hay bandejas de pollo contaminadas con el patógeno *Salmonella spp*, sin embargo, después de la capacitación se reportaron 4 de 30 bandejas defectuosas, por tanto, el 13,33% de las muestras incumplen el criterio de la norma NTE INEN 1338:2012, debido al no cumplimiento de las prácticas higiénico-sanitarias demostradas en la Tabla 6 después de la capacitación.

Tabla 9. Presencia de *Salmonella spp* en bandejas de pollo de 3 frigoríficos de la ciudad de Tulcán durante la primera y tercera fase de la investigación.

| | Conteo | Frecuencia (%) |
|-------------------|--------|----------------|
| PF o evolución | 0/45 | 0 |
| TF o verificación | 4/30 | 13,33 |
| Total | 4/75 | 5,33 |

Nota: PF: Primera fase y TF: Tercera fase

4.1.5. Determinación de ausencia o presencia de *E. coli O157:H7* en bandejas de pollo

En la Tabla 9 se muestran los resultados para *E. coli O157:H7* en la primera fase y tercera fase del estudio; la primera fase comprendida entre la semana 1, 2 y 3 indicó la presencia de *E. coli O157:H7* en la muestra L2M5S1, con respecto a la segunda fase que va de la semana 6 a la 7, los análisis señalaron tres resultados positivos en las muestras L1M5S6, L2M3S6 y L1M3S7. Por lo tanto, en el lapso de la investigación se obtuvieron cuatro muestras positivas para el serotipo *E. coli O157:H7* que incumplen la normativa NTE INEN 1338:2012.

Tabla 10. Presencia de *E. coli O157:H7* en bandejas de pollo de 3 frigoríficos de la ciudad de Tulcán.

| Capacitación | Semanas | Día de recolección | Local 1 | Local 2 | Local 3 | Total | Frecuencia (%) |
|----------------|---------|--------------------|---------|---------|---------|-------|----------------|
| Antes | 1 | 30.03.2023 | 0/5 | 1/5 | 0/5 | 1/15 | 6,67 |
| | 2 | 13.04.2023 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 0/15 | 0 |
| | 3 | 20.04.2023 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 0/15 | 0 |
| Después | 6 | 11.05.2023 | 1/5 | 1/5 | 0/5 | 2/15 | 13,33 |
| | 7 | 18.05.2023 | 1/5 | 0/5 | 0/5 | 1/15 | 6,67 |
| | Total | | 2/25 | 2/25 | 0/25 | 4/75 | 5,33 |
| Frecuencia (%) | | | 8 | 8 | 0 | | |

De acuerdo con la Tabla 10 las muestras positivas para *E. coli O157:H7* en bandejas de pollo en la primera fase es de una con respecto a 45 muestras, esto quiere decir que solo el 2,22% de la totalidad incumplió los requisitos de la norma NTE INEN 1338:2018, en tanto se constató un aumento de muestras positivas para la tercera fase al reportarse tres muestras positivas, representando el 10% de las 30 muestras recogidas en ese periodo.

Tabla 11. Presencia de *E. coli* O157:H7 en bandejas de pollo de 3 frigoríficos de la ciudad de Tulcán durante la primera y tercera fase de la investigación.

| | Conteo | Frecuencia (%) |
|-------------------|--------|----------------|
| PF o evolución | 1/45 | 2,22 |
| TF o verificación | 3/30 | 10 |
| Total | 4/75 | 5,33 |

Nota: PF: Primera fase y TF: Tercera fase

4.2. DISCUSIÓN

4.2.1. Ficha de evaluación sanitaria

Al evaluar las puntuaciones de las fichas sanitarias antes y después de la capacitación a los frigoríficos se encontró que el local 1 y 2 mejoraron considerablemente sus prácticas de higiene al cambiar de 68,18% a 77,27% en el primer local y de 50% a 54,54% en el segundo local. Mientras el tercer local mantuvo el 54,54% de sus condiciones higiénicas.

Por lo tanto, según los niveles de aceptación el local 1 paso de un nivel regular a un nivel aceptable (68,18% a 77,27%), los locales 2 y 3 mantuvieron su nivel regular, sin embargo, el porcentaje de cumplimiento del primero aumentó de 50% a 54,54% y del segundo se mantuvo en 54,54%.

El personal es considerado la principal fuente de contaminación por estar rodeado de gérmenes, por tanto, las buenas prácticas de aseo, higiene y salud de este son fundamentales para garantizar la inocuidad, calidad de los productos y salud de los consumidores, en este estudio solo el 33,33% del personal de los frigoríficos de la ciudad de Tulcán estaba capacitado en BPM, resultados similares a los que Mumed (2023) mostró en sus encuestas de higiene para las carnicerías en Etiopía, por lo que sin intención los trabajadores podrían contaminar la carne debido a la falta de conocimiento sobre higiene, saneamientos y riesgos de contaminación, por ello se evaluó el impacto de la capacitación obteniendo resultados favorables al mejorar la situación higiénica del local 1 y 2, resultados similares al de Karahmet *et al.* (2021) quienes muestran un impacto positivo sobre las condiciones higiénicas tras educar al personal de las carnicerías. Además, se evidenció problemas culturales especialmente sobre el lavado de manos en ciertas actividades, ya que en su lugar recurrían a una franela para limpiarse las manos, respuesta similar al personal de carnicerías evaluadas en Sudáfrica por Siluma *et al.* (2023) quienes usaban pañuelos y Regmi *et al.* (2022) quienes usaban paños no descartables, los entornos de trabajo

coinciden con la ausencia de lavamanos no manuales para el personal dentro del área de trabajo, por tanto, los frigoríficos de la ciudad de Tulcán no se ajustan a las exigencias sobre buenas prácticas sanitarias en establecimientos de distribución de alimentos dispuestos en la Resolución 016 de ARCSA, que exige que el diseño del local facilite la higiene del personal minimizando así los riesgos de contaminación.

En la Tabla 6 se presentan porcentajes no satisfactorios de la utilización de la ropa de trabajo, al igual que Bhandari *et al.* (2022) donde más de la mitad de los manipuladores de carnicerías de Nepal no usaban el equipo de protección personal, desencadenando problemas como lesiones, contaminación cruzada y carente higiene durante la venta de la carne, Mitchell (2018) menciona que se requiere de un proceso continuo de capacitación y reentrenamiento, sin embargo, aunque la vestimenta sea adecuada se puede producir contaminación cruzada desde las prendas para ello sugiere uso de batas y gorras de distintos colores que designen área específicas, así mismo la disposición de descontaminar el calzado y desinfectar continuamente las prendas.

En la misma tabla el 33,33% de los niveles de las vitrinas se encontraban cubiertos de grasa, para Wang *et al.* (2021) la desinfección incompleta o ineficaz de las vitrinas produce infecciones bacterianas y virales por contaminación cruzada, Balducci *et al.* (2023) consideran a las cepas de *E. coli* y *Salmonella spp* como bacterias patógenas productoras de celulosa y curli, responsables de adherirse a superficies abióticas como las vitrinas a través de la formación de biopelículas, pudiéndose mantener en las superficies y causar contaminación por contacto con la carne, aunque las probabilidades son bajas para bandejas de carne de pollo, los frigoríficos embalaban las bandejas en los locales transfiriéndose cualquiera de los dos patógenos de esa forma.

Además, se verificó el rompimiento de la cadena de frío en el local 3, al respecto Ab *et al.* (2020) indican que el aumento de temperatura más pequeña podría generar efectos graves sobre la carne, por tanto, es importante que la cadena de frío no se rompa y su temperatura se mantenga entre 0 y 4°C, aunque no es tan eficiente para controlar el crecimiento microbiano, Ab *et al.* (2020) comprobó que a -40°C el crecimiento de *Salmonella* se detiene, sin embargo, Rudy *et al.* (2020) indica que en envases tradicionales como las bandejas, el pollo debe venderse máximo en 2 días y al vacío en 7 días para evitar una intoxicación alimentaria.

Así es como las malas prácticas de higiene persistieron debido múltiples variables en las que se incluye poco personal, aglomeración de compradores, inaccesibilidad rápida a instalaciones de agua y saneamiento y culturales, ya que aunque el personal se lavaba las manos no cumplían los lineamientos adecuados, educación en BPM y experiencia laboral, estos dos últimos factores coinciden con Ashuro *et al.* (2023) quienes lo asocian a las malas prácticas de higiene en las carnicerías incluyendo el nivel educativo y la supervisión regular de un profesional de salud.

4.2.2. Microbiología

En este estudio se evaluaron en total 75 muestras de bandejas de pollo, de ellas 4 muestras (5,33%) superaban el límite de *E. coli* O157:H7 establecido en la norma INEN 1338:2016, hallazgo similar al de otros investigadores como Kanwal *et al.* (2023), Mashak (2018), Suleman *et al.* (2022) y Amalia *et al.* (2020) quienes también reportaron presencia de *E. coli* O157:H7 en el 8,75%, 16,25%, 31,25% y 16,66% de sus muestras de pollo, todos los casos incluyendo este trabajo de investigación conducen a que la contaminación podría generarse desde el sacrificio por contacto de la canal con la piel o heces, malas prácticas de higiene durante la manipulación y malas prácticas de almacenamiento, de allí la importancia de continuar con las capacitaciones sobre higiene y saneamiento y el fomentar una cultura de higiene por parte de los dueños de los frigoríficos hacia el personal involucrado en la comercialización de la carne.

Por otro lado, el 5,33% de las bandejas de carne de pollo contaminadas con *Salmonella spp* (4 de 75 muestras) no cumplen los requisitos microbiológicos establecidos en la norma INEN 1338:2016, situación similar a los registrados en el estudio de Shaltout *et al.* (2019), ellos demostraron que el 3,12% de las muestras de carne de pollo estaban contaminadas con *Salmonella* en Menofia, Egipto. Gonçalves-Tenório *et al.* (2018) también demostraron que el 3,1% del pollo empacado en Europa estaba contaminado con *Salmonella spp*. En el artículo de Sun *et al.* (2021), informaron que la prevalencia de *Salmonella* en carne de pollo era del 26,4% en China, finalmente Mahdavi *et al.* (2018) informaron una alta contaminación de *Salmonella* en el 7% de las muestras de pollo de Mahabad, Irán. La presencia de *Salmonella spp* es indicativa de malas prácticas de higiene y en consecuencia un peligro potencial para los consumidores.

Además, se debe considerar el origen de la contaminación, ya que en algunos casos se adquirirían desde las faenadoras y otras veces el personal de los frigoríficos estaba encargado de su embalaje, Kim *et al.* (2019) analizó carne de pollo crudo embalado y no embalado y obtuvo una proporción pequeña de contaminación con *Salmonella spp* en muestras envasadas, asegurando que se debe a las interacciones con la microbiota autóctona del canal de pollo, cuya contaminación ocurrió durante el sacrificio de las aves, los resultados de Ayala y Goyes (comunicación personal, 2 de noviembre de 2023) a centros de faenamiento de pollo en Tulcán indicaron contaminación con *Salmonella spp* sobre las muestras de la semana 7 en los centros de faenamiento 1 y 2, responsables del despacho a los frigoríficos objetivo de este estudio, por tanto, se responsabiliza la contaminación de *Salmonella spp* de las muestras L1S7 y L3S7 a los centros de faenamiento, pues ambos estudios fueron realizados al mismo tiempo.

Pérez y Quito (2020) demostraron que en Ecuador la contaminación microbiana de alimentos de consumo masivo preparados con o sin tratamiento térmico expendidos en mercados y en la vía pública tuvieron una contaminación del 5,33% con *Salmonella*, Calle *et al.* (2021) cita a Majowicz *et al.* 2010 para indicar que de los 94 millones de personas que se infectan con *Salmonella spp*, 155000 mueren, así mismo *E. coli* enterohemorrágica en Latinoamérica es un importante causante de infección entérica, siendo Argentina el país con mayor incidencia de SUH a nivel mundial (Calle *et al.*, 2021), este trabajo muestra la recurrencia de la aparición de ambas bacterias patógenas como agentes persistentes producto de las malas prácticas de higiene de los manipuladores durante la producción, distribución y comercialización de las bandejas de carne de pollo.

Los resultados obtenidos muestran riesgos higiénico-sanitarios en la venta al por menor de carne de pollo envasada aún después de la capacitación, los riesgos pueden eliminarse al aplicar un manual de buenas prácticas de manufactura o aumentar el tiempo para la verificación para muestrear de nuevo, Karahmet (2021) verificó las prácticas higiénico sanitarias de las carnicerías después de 30 días, en este estudio fueron 15 días, aunque el autor obtuvo resultados satisfactorios no pudo eliminar completamente la carga de enterobacterias de las muestras de pollo, en ambos casos se comprobó deficiencias en las prácticas higiénicas que conllevó a la transferencia de patógenos como *Salmonella spp* y *E. coli* O157:H7 a la carne de pollo evaluados en este trabajo de investigación.

Como se mencionó anteriormente la norma INEN 1338 determina la inocuidad de los productos cárnicos crudos a través de la ausencia de patógenos como *Salmonella* y *E. coli O157:H7*, sin embargo de conseguirse muestras positivas para ambas bacterias patógenas, ARCSA en conjunto con Agrocalidad tiene la potestad de verificar las condiciones higiene-sanitarias de tercenas y carnicerías de la ciudad de Tulcán y verificar si cumplen con La Ley Orgánica de Salud dispuesta en el artículo 146, la cual prohíbe la venta de alimentos no higiénicos, contaminados o que ponga en peligro la salud del consumidor, al no cumplir dichos aspectos el local se clausura de forma temporal o permanente y en aquellas sin irregularidades solo recomiendan sobre buenas prácticas de almacenamiento, conservación de la cadena de frío, control de plagas, limpieza y otros, el diario digital Aldía (2021) en su nota de prensa señala la clausura por parte de ARCSA y Agrocalidad a una carnicería por malas prácticas higiénicas en Milagro, Los Ríos, por otro lado, Agrocalidad es responsable de la trazabilidad de la carne, así lo demuestra Noticias Al Día (2021) en su nota donde recomiendan a tercenas no comprar productos cárnicos sin factura o certificado sanitario de origen y movilización, ya que al no contar con este documento la carne será decomisada y el local multado.

Estudios orientados a la inocuidad alimentaria muestran información sobre la ocurrencia de enfermedades transmitidas por alimentos en América, los resultados son alarmantes pues ponen en riesgo la salud pública (Morales, Salazar, Ampuero, y Navarro, 2020). Por ello es importante la identificación de microorganismos patógenos recurrentes en alimentos contaminados, especialmente en carnes crudas. Siluma *et al.* (2023) mencionan que las enfermedades transmitidas por los alimentos están asociadas con el consumo de alimentos mal procesados, siendo la carne el principal conductor de enfermedades al no contar con buenas prácticas de manufactura. Al identificar microorganismos patógenos tales como *Salmonella spp* y *E. coli O157:H7* en carne de pollo cruda algunas de las implicaciones leves se describen como diarrea acuosa, fiebre y cólicos, sin embargo *E. coli O157:H7* al agravarse produce colitis hemorrágica, seguido de síndrome urémico hemolítico, púrpura trombocitopénica trombótica e infección del tracto urinario (Suleman, Zulfiqar, Rojo, & Shahid, 2022), mientras que *Salmonella spp* se complica en deshidratación severa, artritis reactiva, bacteriemia, problemas cardiovasculares, artritis crónica, sepsis y osteomielitis (Gordon, Feasey, Nyirenda, & Graham, 2020),

ambos patógenos provocan la muerte por tanto, al encontrarse en alimentos como la carne de pollo ponen en riesgo su inocuidad y en consecuencia la salud del consumidor.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Con respecto a la contaminación por *Salmonella spp* y *E. coli O157:H7* se determinaron 4/75 muestras positivas para cada uno, los resultados indican que no se redujo el porcentaje de contaminación luego de la capacitación, debido a las malas prácticas higiénicas por parte de los centros de faenamiento y frigoríficos, así como malas prácticas de almacenamiento, cultura débil de higiene y falta de supervisión de los dueños sobre la higiene del personal.
- Los resultados de la aplicación de la lista de verificación sobre las condiciones higiénicas antes y después de la capacitación a los frigoríficos evidenciaron que el local 1 y 2 mejoraron considerablemente sus prácticas de higiene al cambiar de 68,18% a 77,27% en el primer local y de 50% a 54,54% en el segundo local. Mientras el tercer local mantuvo el 54,54% de sus condiciones higiénicas. Con ello el nivel de aceptación del local 1 paso de regular a aceptable (68,18% a 77,27%), mientras los locales 2 y 3 mantuvieron su nivel regular, por lo que ninguno de los frigoríficos cumple al 100% los protocolos sanitarios dispuestos en la normativa técnica sanitaria ARCSA 016 para establecimientos de distribución, refiriéndose así a los frigoríficos evaluados.
- La capacitación no redujo el número de muestras contaminadas de ninguno de los patógenos estudiados, esto se debe al nivel educativo del personal, supervisión regular de un profesional de salud, experiencia laboral, capacitación regular sobre inocuidad de la carne, poco personal, aglomeración de compradores, inaccesibilidad rápida a instalaciones de agua y saneamiento al no contar con lavabos dentro del frigorífico, culturales, ausencia de un manual de BPM, recurso económico para rediseñar el local y compromiso del personal para aplicar la normativa ARCSA 016 de forma regular.

5.2. RECOMENDACIONES

- Controlar las condiciones en las cuales se comercializa las bandejas de pollo considerando como población a todos los frigoríficos de la ciudad de Tulcán.
- Es necesario un monitoreo riguroso y transparente por el ente gubernamental encargado de la regulación en temas de inocuidad a todos los locales minoristas que venden productos cárnicos, así mismo como retomar las capacitaciones sobre BPM.
- Se recomienda el uso obligatorio de registros de limpieza y mantenimiento en los cuales se reporte el aseo de cada área y equipo existente en los frigoríficos.
- Identificar los serotipos de *Salmonella* que circulan en la ciudad de Tulcán para conocer la fuente de la contaminación pues *Salmonella* tifoidea se encuentra en humanos y *Salmonella* no tifoidea en otras especies.
- Es necesario que se amplíe la concientización no solo a nivel minorista sino también en los hogares, ya que en sus manos la única forma de evitar las infecciones alimentarias es cocinando correctamente los alimentos.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ab, M., Hayat, M., Kaka, U., Kamarulzaman, N., & Sazili, A. (2020). Physico-Chemical Characteristics and Microbiological Quality of Broiler Chicken Pectoralis major Muscle Subjected to Different Storage Temperature and Duration. *Foods (Basel, Switzerland)*, 9(6), 741. doi:<https://doi.org/10.3390/foods9060741>
- Agrocalidad. (26 de junio de 2020). *Agrocalidad realiza controles al faenamiento a nivel nacional*. Recuperado de <https://www.agrocalidad.gob.ec/agrocalidad-realiza-controles-al-faenamiento-a-nivel-nacional/>
- Agrocalidad. (12 de febrero de 2021). *Agrocalidad Y FAO presentaron los personajes emblema de la inocuidad alimentaria*. Recuperado de <https://www.agrocalidad.gob.ec/agrocalidad-y-fao-presentaron-los-personajes-emblema-de-la-inocuidad-alimentaria/>
- Aldía. (2021). *Arcsa clausura carnicería por malas condiciones higiénicas en el cantón Milagro*. Recuperado de <https://www.aldia.com.ec/arcsa-clausura-carniceria-por-malas-condiciones-higienicas-en-el-canton-milagro/>
- Amalia, A., Apada, A., & Ridwan, R. (2020). Analysis of Escherichia coli O157:H7 contamination in chicken meat sold in traditional markets in Makassar, Indonesia. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 575. doi:10.1088/1755-1315/575/1/012026
- Araujo, Á. (2018). Presencia de Salmonella spp en expendios de carne de pollo de la ciudad de Valledupar. *ECAPMA*, 2(1), 1-19. doi:<https://doi.org/10.22490/ECAPMA.2777>
- ARCOSA. (2019). *Productos cárnicos comercializados en tercenas de Quito fueron controlados por Arcsa*. Recuperado de <https://www.controlsanitario.gob.ec/productos-carnicos-comercializados-en-tercenas-de-quito-fueron-controlados-por-arcsa/>
- Arévalo, S. (2017). *Agua en los alimentos*. Recuperado de https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/5052/Sy_umey_Tesis_Titulo_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Se%20refiere%20a%20toda%20el,heterog%C3%A9nea%20a%20trav%C3%A9s%20del%20producto.

- Ashuro, z., Zeysse, N., & Ayalew, M. (2023). Meat hygiene knowledge, handling practices and associated factors among meat handlers in Gedeo zone, Ethiopia. *Sci Rep*, 13, 15149. doi:<https://doi.org/10.1038/s41598-023-42225-8>
- Balducci, E., Papi, F., Capialdi, D., & Del Bino, L. (2023). Polysaccharides' Structures and Functions in Biofilm Architecture of Antimicrobial-Resistant (AMR) Pathogens. *International journal of molecular sciences*, 24(4), 4030. doi:<https://doi.org/10.3390/ijms24044030>
- Barril, P., Soto, S., Jaureguiberry, M., Gottardi, G., Bascur, I., Leotta, G., & Oteiza, J. (2019). Microbiological risk characterization in butcher shops from the province of Neuquen, Patagonia Argentina. *LWT*, 107, 35-40. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.02.074>
- Bermúdez, Y., López, J., Márquez, Y., y Saltos, J. (2019). Calidad microbiológica de la carne de res comercializada en la ciudad de Calcuta. *ESPAMCIENCIA*, 10(2), 63-70.
- BETELGEUX. (13 de noviembre de 2020). *Salmonella en la industria avícola. Puntos críticos de contaminación y estrategias de prevención*. Recuperado de <https://www.betelgeux.es/blog/2020/11/13/salmonella-en-la-industria-avicola-puntos-criticos-de-contaminacion-y-estrategias-de-prevencion/>
- Bhandari, R., Singh, A., Bhatt, P., Timalina, A., Bhandari, R., Thapa, P., & Baral, J. (2022). Factors associated with meat hygiene practices among meat-handlers in Metropolitan City of Kathmandu, Nepal. *PLOS Glob Public Health*, 2(11). doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0001181>
- Bush, L., y Vázquez, M. (2022). Infecciones por Escherichia coli O157:H7 y otras E. coli enterohemorrágicas (EHEC). *MSD*, 1. Recuperado de <https://www.msmanuals.com/es/professional/enfermedades-infecciosas/bacilos-gramnegativos/infecciones-por-escherichia-coli>
- Calle, A., Carrascal, A., Patiño, C., Carpio, C., Echeverry, A., & Brashears, M. (2021). Seasonal effect on Salmonella, Shiga toxin-producing E. coli O157:H7 and non-O157 in the beef industry in Colombia, South America. *Heliyon*, 1-7. doi:10.1016/j.heliyon.2021.e07547
- Catagua, B., y Cerezo, J. (2018). *Escherichia coli O157:H7 en carne bovina molida comercializada en el mercado Caraguay en la ciudad de Guayaquil*. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/28374/1/BCIEQ-T-0250%20Catagua%20Su%c3%a1rez%20Bryan%20Rogger%3b%20Cerezo%20Banda%20Jhonnatan%20Alejandro.pdf>

CDC. (19 de febrero de 2023). *El pollo y las intoxicaciones alimentarias*. Recuperado de <https://www.cdc.gov/foodsafety/es/chicken.html>

Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. (2021). *El pollo y la intoxicación por alimentos*. Recuperado de <https://www.cdc.gov/foodsafety/es/chicken.html#:~:text=Los%20CDC%20estiman%20que%20la,supermercado%20est%C3%A1%20contaminado%20con%20Salmonella>.

Chang, A., Guamínga, J., y Palma, M. (2019). *Escherichia coli O157:H7 en carne molida comercializada en los mercados de Guayaquí*. Recuperado de <https://jah-journal.com/index.php/jah/article/view/45/92>

Chipugsi, C. (2022). *Evaluación de las propiedades físicas y microbiológicas de la carne fresca de res destinada para el consumo humano en el cantón Pujilí*. Recuperado de Universidad Técnica de Cotopaxi: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8421/1/MUTC-001133.pdf>

Diario "El Norte". (2019). *Control apunta a locales de la 31 de Octubre y Terminal*. Recuperado de <https://www.elnorte.ec/control-apunta-a-locales-de-la-31-de-octubre-y-terminal/>

Días, M., Barrio, P., Darré, M., López, M., Cofre, M., Condorí, M., . . . Alcaide, M. (2014). *Análisis microbiológico de los alimentos. Metodología anlytica oficial. Microorganismos indicadores* (Vol. 3). Red Nacional de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos.

Echeverría, M. (2020). *La industria cárnica y la seguridad alimentaria*. Recuperado de <https://thefoodtech.com/seguridad-alimentaria/la-industria-carnica-y-la-seguridad-alimentaria/>

Ehuwa, O., Jaiswal, A., & Jaiswal, S. (2021). *Salmonella, Food Safety and Food Handling Practices. Foods*, 10(907), 1-16. doi:<https://doi.org/10.3390/foods10050907>

El Comercio. (21 de enero de 2017). *El 36% de la carne sale de camales clandestinos*. Recuperado de <https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/carne-camales-clandestinos-quito-normativa.html>

El Comercio. (2017). *Salud: 263 afectados por intoxicación masiva tras dos agasajos navideños*. Recuperado de

<https://www.elcomercio.com/actualidad/afectados-intoxicacion-masiva-agasajos-navidad.html>

El Universo. (6 de julio de 2023). *La carne de pollo es la proteína más consumida en Ecuador y quiere seguir creciendo: cada persona consume 28 kg al año*. Recuperado de <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/la-carne-de-pollo-es-la-proteina-mas-consumida-en-ecuador-y-quiere-seguir-creciendo-cada-persona-consume-28-kg-al-ano-nota/>

FAO. (1996). Declaración de Roma sobre la Seguridad Alimentaria Mundial. Cumbre Mundial sobre la Alimentación. Roma: Italia.

FAO. (2022). Food Outlook – Biannual Report on Global Food Markets. FAO, 1-161. doi:<https://doi.org/10.4060/cb9427en>

Gonçalves-Tenório, A., Silva, B., Rodriguez, V., Cadavez, V., & Gonzales-Barron, U. (2018). Prevalence of Pathogens in Poultry Meat: A Meta-Analysis of European Published Surveys. *Foods*, 7(5), 69. doi:<http://dx.doi.org/10.3390/foods7050069>

Gordon, M., Feasey, N., Nyirenda, T., & Graham, S. (2020). Nontyphoid Salmonella Disease. En E. Ryan, T. Solomon, T. Endy, D. Hill, & N. Aronson, *Hunter's Tropical Medicine and Emerging Infectious Diseases* (págs. 500-506). Elsevier. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-323-55512-8.00049-1>

Havelaar, A., Kirk, M., Torgerson, P., Gibb, H., Hald, T., & Lake, R. a. (2015). World Health Organization Global Estimates and Regional Comparisons of the Burden of Foodborne Disease in 2010. *PLoS Med*, 12(12), e1001923. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001923>

Hygiena. (2021). *Bax System X5*. Recuperado de <https://www.hygienea.com/wp-content/uploads/2021/05/BAX-System-X5-User-Guide.pdf>

Hygiena. (2022). *BAX System MP Media*. Recuperado de <https://www.hygienea.com/food-safety-solutions/pathogen-detection/bax-system-mp-media/>

Hygiena. (2022). *BAX System X5*. Recuperado de <https://www.hygienea.com/food-safety-solutions/pathogen-detection/bax-system-x5/>

INEN 1338. (2012). *Carne y productos cárnicos. Productos cárnicos crudos , productos cárnicos curados- madurados y productos cánicos precocidos-cocidos, requisitos*. Recuperado de *Carne y productos cárnicos. Productos cárnicos crudos , productos cárnicos curados- madurados y productos*

cárnicos precocidos- cocidos, requisitos:
https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1338-3.pdf

Jay, J., Loessner, M., y Golden, D. (2005). *Microbiología moderna de los alimentos*. (Séptima ed.). Zaragoza: Acribia S.A.

Kanwal, B., Saba, S., Waqas, S., & Shaheen, F. (2023). Prevalence of Shiga Toxin Producing Enterohemorrhagic Escherichia coli O157:H7 Isolated from Chicken Meat in Northern Punjab, Pakistan. *Veterinary Sciences: Research and Reviews*, 9(1), 50-56. doi:<https://dx.doi.org/10.17582/journal.vsr/2023/9.1.50.56>

Karahmet, E., Isaković, S., Operta, S., Hamidović, S., Toroman, A., Đulančić, N., & Muhamedagić, S. (2021). Microbiological Contamination of Fresh Chicken Meat in the Retail Stores. *Food and Nutrition Sciences*, 12, 64-72. doi:[10.4236/fns.2021.121006](https://doi.org/10.4236/fns.2021.121006)

Kim, H., Lee, J., Lee, M., & Kim, B. (2019). Analysis of microbiome in raw chicken meat from butcher shops and packaged products in South Korea to detect the potential risk of foodborne illness. *Food Research International*, 1-33. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.05.032>

La Hora. (2020). *Prohibido los cárnicos al aire libre*. Recuperado de <https://www.lahora.com.ec/noticias/prohibido-los-carnicos-al-aire-libre/>

Mahdavi, S., Azizi, M., Hajazimian, S., & Isazadeh, A. (2018). Contamination of Chicken Meat With Salmonella spp Distributed in Mahabad City, Iran. *International Journal of Enteric Pathogens*, 6(3), 65-68. doi:[10.15171/ijep.2018.18](https://doi.org/10.15171/ijep.2018.18)

Márquez, A. (2020). Sistemas pecuarios. Notas sobre inocuidad alimentaria, desarrollo sostenible y cambio climático. Recuperado de <https://revistas.uclave.org/index.php/asa/article/view/3277/2027>

Martín, F. (2019). *La carne de pollo y las bacterias patógenas siguen protagonizando titulares en prensa*. Recuperado de <https://www.restauracioncolectiva.com/n/la-carne-de-pollo-y-las-bacterias-patogenas-siguen-protagonizando-titulares#:~:text=Entre%20la%20flora%20microbiana%20de,O157%3AH7%20o%20Listeria%20monocytogenes.>

Mashak, Z. (2018). Prevalence and Antibiotic Resistance of Escherichia coli O157:H7 Isolated from Raw Meat Samples of Ruminants and Poultry. *Journal of Food and Nutrition Research*, 96-102. doi:[10.12691/jfnr-6-2-5](https://doi.org/10.12691/jfnr-6-2-5)

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (7 de junio de 2021). *Gobierno impulsa la producción de alimentos sanos*. Recuperado de <https://www.agricultura.gob.ec/gobierno-impulsa-la-produccion-de-alimentos-sanos/>

Ministerio de Salud Pública. (2021). *Subsistema de vigilancia SIVE-ALERTA. Enfermedades transmitidas por agua y alimentos*. Ecuador, SE 18, 2021. Recuperado de <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2021/05/Etas-SE-18.pdf>

MinSalud. (2019). *Enfermedades transmitidas por Alimentos*. Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ET/ab-ece-eta-final.pdf>

Mitchell, R. (2018). Food safety apparel in meat and poultry plants: Suit up for safety. *The National Provisioner*. Recuperado de <https://www.provisioneronline.com/articles/106013-food-safety-apparel-in-meat-and-poultry-plants-suit-up-for-safety>

Monteverde, M. (2014). Síndrome Urémico Hemolítico. *Nefrología, Diálisis y Trasplante*, 27-41. Recuperado de <https://www.revistarenal.org.ar/index.php/rndt/article/view/100/90>

Morales, S., Salazar, E., Ampuero, L., y Navarro, A. (2020). Serotipificación de *Escherichia coli* aislados a partir de superficies vivas e inertes en un mercado de carne de pollo (Lima, Perú). *Rev Inv Vet Perú*, 31(4), 1-8. Recuperado de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v31n4/1609-9117-rivep-31-04-e19042.pdf>

MSD. (16 de febrero de 2023). *Aumentará ampliamente el consumo de carne de pollo para 2031: FAO*. Recuperado de <https://www.aviculturamsd.com/2023/02/16/aumentara-ampliamente-el-consumo-de-carne-de-pollo-para-2031-fao/>

Mumed, B., Ame, M., Sayaka, F., & et al. (2023). Knowledge, attitude, hygiene practices, and enumeration of *Salmonella* from raw meat at retailer shops in Chelenko town, Eastern Ethiopia. *Vet Med Open J*, 29-37. doi:10.17140/VMOJ-8-174

Noticias Al Día. (2021). *Agrocalidad decomisó carne de chancho y pollo faenada en camales clandestinos*. Recuperado de <https://www.facebook.com/noticiasaldiamachala/posts/773995753228282/>

- Noticias Cañar. (2 de agosto de 2023). *Agrocalidad decomisa productos sin registro sanitario*. Recuperado de <https://www.noticiasdelcanar.com/2023/08/02/agrocalidad-decomisa-productos-sin-registro-sanitario/>
- Ñúñez, M. (2019). *La inocuidad es garantía de la salud y nutrición*. Recuperado de <http://www.maizysoya.com/lector.php?id=20190514>
- OMS. (7 de febrero de 2018). *E. coli*. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/e-coli>
- OMS. (19 de mayo de 2022). *Food safety*. Recuperado de <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>
- ONUAA y OMS. (2017). *Manual para manipuladores de alimentos. Instructor*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud. Recuperado de <https://www.fao.org/3/i7321s/i7321s.pdf>
- OPS. (2021). *Evaluación de riesgos microbiológicos en Alimentos*. Recuperado de https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/53292/9789275323250_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Organización Panamericana de la Salud. (2022). *PANAFTOSA advierte que las enfermedades transmitidas por alimentos pueden ser evitadas con acciones preventivas desde el campo a la mesa*. Recuperado de <https://www.paho.org/es/noticias/7-6-2022-panaftosa-advierte-que-enfermedades-transmitidas-por-alimentos-pueden-ser>
- Osborn, M., & Smith, C. (2009). *Advantages and limitations of quantitative PCR (Q-PCR)-based approaches in microbial ecology*. Recuperado de <https://academic.oup.com/femsec/article/67/1/6/518537>
- Pascual, M., y Calderón, V. (2000). *Microbiología alimentaria: metodología analítica para alimentos y bebidas. Espodología analítica para alimentos y bebidas*. . España: Díaz de Santos.
- Pérez, C., y Quito, A. (2020). *Análisis microbiológico de los platos de hornado que son expendidos en los mercados del cantón Paute*. Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/34791/1/Trabajo%20de%20titulaci%C3%B3n.pdf>

- Primicias. (2022). *La invasión rusa a Ucrania eleva costos en la producción de carne de pollo*. Recuperado de <https://www.primicias.ec/noticias/economia/sector-avicola-retos-pollo-huevos/>
- Regmi, S., Mahato, P., Upadhayaya, S., Marasini, H., Prasad, R., Shrestha, J., . . . Dhakal, S. (2022). Screening for *Escherichia coli* in Chopping Board Meat Samples and Survey for Sanitary and Hygienic Practices in Retail Meat Shops of Bharatpur Metropolitan City, Nepal. *Microbiology research*, *13*, 872-881. doi:<https://doi.org/10.3390/microbiolres13040061>
- Rengifo , L., y Ordóñez , E. (2019). Efecto de la temperatura en la capacidad de retención de agua y pH en carne de res, cerdo, pollo, ovino, conejo y pescado paco. *Universidad Nacional Agraria de la Selva*. doi:<https://doi.org/10.33017/RevECIPeru2010.0024/>
- Rouger, A., Tresse, O., & Zagorec, M. (2017). Bacterial Contaminants of Poultry Meat: Sources, Species, and Dynamics. *Microorganisms*, *5*(3), 1-50. doi:<https://doi.org/10.3390/microorganisms5030050>
- Rudy, M., Kucharyk, S., Duma-Kocan, P., Stanisławczyk, R., & Gil, M. (2020). Unconventional Methods of Preserving Meat Products and Their Impact on Health and the Environment. *Sustainability*, *12*, 5948. doi:<https://doi.org/10.3390/su12155948>
- Sáenz, C. (2021). *Caracterización genética de las bacterias específicas del deterioro en carne de pollo*. Recuperado de <http://ring.uaq.mx/handle/123456789/3260>
- Servicio de Acreditación Ecuatoriano. (29 de marzo de 2018). *Alimentos sanos con sistemas de gestión de inocuidad*. Recuperado de <https://www.acreditacion.gob.ec/gestion-de-inocuidad-de-alimentos/>
- Shaltout, F., Nada, S., & Wahba, S. (2019). Prevalence of salmonella in some chicken meat products. *Benha Veterinary Medical Journal*, *36*(2), 33-39. doi:[10.21608/bvmj.2019.12944.1012](https://doi.org/10.21608/bvmj.2019.12944.1012)
- Siluma, B., Kgatla, E., Nethathe, B., & Ramashia, S. (2023). Evaluation of Meat Safety Practices and Hygiene among Different Butcherries and Supermarkets in Vhembe District, Limpopo Province, South Africa. *International journal of environmental research and public health*, *20*(3), 2230. doi:<https://doi.org/10.3390/ijerph20032230>

- Suleman, R., Zulfiqar, S., Rojo, A., & Shahid, M. (2022). *Escherichia coli* o157:h7 in meat and poultry: transmission, consequences on human health and impact of non-thermal decontamination technologies. *Agricultural Sciences Journal*, 4(1), 52-62. doi:<https://doi.org/10.56520/asj.v4i1.134>
- Sun, T., Liu, Y., Quin, X., Aspriduo, Z., Zheng, J., Whang, X., . . . al, e. (2021). The Prevalence and Epidemiology of Salmonella in Retail Raw Poultry Meat in China: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Foods*, 10(11), 2757. doi:<http://dx.doi.org/10.3390/foods10112757>
- Tarekeng, A. A., Mitiku, B. A., & Alemu, Y. F. (2023). *Escherichia coli* O157:H7 beef carcass contamination and its antibiotic resistance in Awi Zone, Northwest Ethiopia. *Food Science & Nutrition*, 11, 6140–6150. doi:<https://doi.org/10.1002/fsn3.3550>
- Wang, H., Wu, Y., Luo, L., Yu, T., Xu, A., Xue, S., . . . Hu, H. (2021). Risks, characteristics, and control strategies of disinfection-residual-bacteria (DRB) from the perspective of microbial community structure. *Water research*, 204, 117606. doi:<https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117606>

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de la Predefensa TIC

|  | | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI | |  | |
|---|---|---|---|---|--|
| FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES CARRERA DE ALIMENTOS ACTA DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR | | | | | |
| ESTUDIANTE: | | LEMA YÉPEZ LISSETE IVETTE | | CÉDULA DE IDENTIDAD: 2100770369 | |
| PERIODO ACADÉMICO: | | 2023B | | | |
| PRESIDENTE TRIBUNAL: | | MSC. James Mayanquer Freddy Giovanni | | DOCENTE TUTOR: MSC. Anchundia Lucas, Miguel Angel | |
| DOCENTE: | | MSC. Yámbay Vallejo Wilman Jenny | | | |
| TEMA DEL TIC: | | "Determinación de Salmonella spp y Escherichia coli O157:H7 en bandejas de carne de pollo comercializadas al por menor en tiendas de la ciudad de Tulcán" | | | |
| No. | CATEGORÍA | Evaluación cuantitativa | OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES | | |
| 1 | PROBLEMA - OBJETIVOS | 8,00 | | | |
| 2 | FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA | 8,00 | Colocar más antecedentes de la investigación, buscar referencias en inglés. | | |
| 3 | METODOLOGÍA | 9,00 | Revisar los criterios para la selección de muestras. | | |
| 4 | RESULTADOS | 9,00 | | | |
| 5 | DISCUSIÓN | 9,00 | | | |
| 6 | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 9,00 | | | |
| 7 | DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL | 9,33 | | | |
| 8 | FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN | 8,00 | Revisar formato APA. Revisar fuentes en todo el texto. Completar los anexos y usar listas de lo realizado en la presente. | | |

Obteniendo una nota de: **8,43** Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o las investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **Friday, February 02, 2024**

MSC. James Mayanquer Freddy Giovanni
PRESIDENTE TRIBUNAL

MSC. Anchundia Lucas, Miguel Angel
DOCENTE TUTOR

MSC. Yámbay Vallejo Wilman Jenny
DOCENTE

Anexo 2. Rúbrica de evaluación de la sustentación de la Predefensa TIC



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE ALIMENTOS



RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

| | | | | |
|----------------------|--|----------------|-------------------------------------|-----------|
| ESTUDIANTE: | JENIA YÉPET VÁSILE IVETTE | | CÓDIGO DE IDENTIDAD: | 710079329 |
| PERÍODO ACADÉMICO: | 2023B | | FECHA: 27/7/2024 | HORA: |
| PRESIDENTE TRIBUNAL: | MSC. Torres Mayraquer Freddy Giovanni | DOCENTE TUTOR: | MSC. Arechundia Lucas, Miguel Angel | |
| DOCENTE: | MSC. Yambay Wilson Wilson Jerry | ÁREA: | IPI, EDIFICIO DE AUSA | |
| TÍTULO DEL TIC: | "La fermentación de Solimovillo spp y Escherichia coli O157:H7 en baselejas de carne de pollo comercializadas al por menor en mercados de la ciudad de Tulcan" | | | |

| Nº | CATEGORÍA | CRITERIO ÓPTIMO DE EVALUACIÓN | PRESIDENTE | TUTOR | DOCENTE | | | |
|----------------------------|----------------------------|---|--|-------|---------|---|---|----|
| SUSTENTACIÓN ORAL | 1 | PROBLEMA - OBJETIVOS | Se conoce el planteamiento, formulación y justificación, los objetivos son ejemplos como subtemas para alcanzar el objetivo general, las preguntas de investigación se refieren a entender lo que se quiere investigar y son coherentes con los objetivos | | | 9 | 9 | 9 |
| | 2 | FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA | Es un manual de referencia para el desarrollo e interpretación de los resultados de la investigación. Los antecedentes investigativos incluidos fundamentados con el tema planteado. | | | 8 | 8 | 8 |
| | 3 | METODOLOGÍA | El estudiante expone el enfoque de la investigación de manera lógica el análisis estadístico, la población, muestra, Muestras e instrumentos presentados, permitiendo entender que el informe es consistente en resultados y discusión. | | | 9 | 9 | 9 |
| | 4 | RESULTADOS | Se analizó la relación entre los resultados de manera cualitativa, cuantitativa y fueron representados a la población. Ejes de gráficos, figuras, tablas de frecuencia y contingencia coherentes y de acuerdo a la metodología de investigación. Los datos fueron presentados de forma clara y efectiva a lo observado y no existen inconsistencias. | | | 9 | 9 | 9 |
| | 5 | DISCUSIÓN | La discusión expone y defendió estableciendo la relación de los objetivos propuestos, con los antecedentes de la investigación y el tema. | | | 9 | 9 | 9 |
| | 6 | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | Las conclusiones y recomendaciones expuestas, son claras, concisas y acorde a los objetivos y resultados de la investigación. | | | 9 | 9 | 9 |
| | 7 | DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL | El estudiante demostró coherencia y seguridad al exponer el tema de estudio. Realizó un concepto y tesis. El estudiante utilizó los recursos de la investigación de la profesión con un volumen de voz adecuado. Hizo un uso correcto del tiempo. Utilizó recursos diccionarios apropiados. | | | 9 | 9 | 10 |
| PROMEDIO SOBRE DIEZ | | | | 8,25 | | | | |
| DOCUMENTO ESCRITO | 8 | FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN | El formato, la organización de contenidos, redacción, uso de gramática y ortografía, aplicación de normas de citas y referencias cumplen con el formato de la STIC. | | | 8 | 8 | 8 |
| | PROMEDIO SOBRE TRES | | | | 8,40 | | | |
| | | | 8,63 | | | | | |

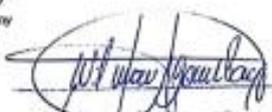
A4. 26.- De los estudiantes que exponen el informe final del TIC con observaciones. Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para presentar e integrarlo a su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.
 A4. 26.- De la sustentación de la pre-defensa del informe final del TIC. De la aprobación de la pre-defensa del informe final del TIC. El estudiante deberá obtener una nota mínima de 7/10 al estudiante que no obtenga esta nota mínima, se presentará a un segundo proceso de sustentación, no cuando al término de 10 días desde la fecha primera.



MSC. Arechundia Lucas, Miguel Angel
DOCENTE TUTOR



MSC. Torres Mayraquer Freddy Giovanni
PRESIDENTE



MSC. Yambay Wilson Wilson Jerry
DOCENTE

Anexo 3. Certificado del abstract por parte de idiomas



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER**

| ABSTRACT- EVALUATION SHEET | | | | |
|---|--|---|--|---|
| NAME: Lissette Ivette Lema Yépez y Sarina Kassandra Tapia Nolivos | | | | |
| DATE: 5 de febrero de 2024 | | | | |
| "Determinación de <i>Salmonella spp</i> y <i>Escherichia coli</i> O157:H7 en bandejas de carne de pollo comercializadas en frigoríficos de la ciudad de Tulcán" | | | | |
| MARKS AWARDED | | QUANTITATIVE AND QUALITATIVE | | |
| VOCABULARY AND WORD USE | Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic | Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic | Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic | Limited vocabulary and inadequate words related to the topic |
| | EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/> | GOOD: 1 Vera Játiva Edwin Andrés,5 <input checked="" type="checkbox"/> | AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/> | LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/> |
| WRITING COHESION | Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs. | Adequate progression of ideas and supporting paragraphs. | Some progression of ideas and supporting paragraphs. | Inadequate ideas and supporting paragraphs. |
| | EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/> | GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/> | AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/> | LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/> |
| ARGUMENT | The message has been communicated very well and identify the type of text | The message has been communicated appropriately and identify the type of text | Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing | The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate |
| | EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/> | GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/> | AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/> | LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/> |
| CREATIVITY | Outstanding flow of ideas and events | Good flow of ideas and events | Average flow of ideas and events | Poor flow of ideas and events |
| | EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/> | GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/> | AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/> | LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/> |
| SCIENTIFIC SUSTAINABILITY | Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement | Minor errors when supporting the thesis statement | Some errors when supporting the thesis statement | Lots of errors when supporting the thesis statement |
| | EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/> | GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/> | AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/> | LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/> |
| TOTAL/AVERAGE | 9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED | | TOTAL 9 | |



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 1338:2012
Tercera revisión

CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS. PRODUCTOS CÁRNICOS CRUDOS, PRODUCTOS CÁRNICOS CURADOS - MADURADOS Y PRODUCTOS CÁRNICOS - PRECOCIDOS - COCIDOS. REQUISITOS.

Primera Edición

MEAT AND MEAT PRODUCTS. RAW MEAT PRODUCTS, CURED MEAT PRODUCTS AND PARTIALLY COOKED - COOKED MEAT PRODUCTS. REQUIREMENTS.

First Edition

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, carne y productos cárnicos y otros productos animales, productos cárnicos curados-madurados precocidos, cocidos, requisitos.

AL 03.02-403

CDU: 637.5

CIU: 3111

ICS: 67.120.10

| | | |
|---|---|--|
| Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria | CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS. PRODUCTOS CÁRNICOS CRUDOS, PRODUCTOS CÁRNICOS CURADOS - MADURADOS Y PRODUCTOS CÁRNICOS PRECOCIDOS - COCIDOS. REQUISITOS. | NTE INEN 1338:2012 Tercera revisión 2012-04 |
|---|---|--|

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los productos cárnicos crudos, los productos cárnicos curados - madurados y los productos cárnicos precocidos - cocidos a nivel de expendio y consumo final.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma se aplica a los productos cárnicos crudos, los productos cárnicos curados - madurados y los productos cárnicos precocidos - cocidos.

2.2 Esta norma no aplica a los productos a base de pescado, mariscos o crustáceos crudos y alimento sucedáneos de cárnicos.

3. DEFINICIONES

3.1 Para efectos de esta norma, se adoptan las definiciones contempladas en la NTE INEN 1217, NTE INEN 2346, además las siguientes:

3.1.1 *Producto cárnico procesado.* Es el producto elaborado a base de carne, grasa, vísceras u otros subproductos de origen animal comestibles, con adición o no de sustancias permitidas, especias o ambas, sometido a procesos tecnológicos adecuados. Se considera que el producto cárnico está terminado cuando ha concluido con todas las etapas de procesamiento y está listo para la venta.

3.1.2 *Productos cárnicos crudos.* Son los productos que no han sido sometidos a ningún proceso tecnológico ni tratamiento térmico en su elaboración.

3.1.3 *Productos cárnicos curados - madurados.* Son los productos sometidos a la acción de sales curantes permitidas, madurados por fermentación o acidificación y que luego pueden ser cocidos, ahumados y/o secados.

3.1.4 *Productos cárnicos precocidos.* Son los productos sometidos a un tratamiento térmico superficial, previo a su consumo requiere tratamiento térmico completo; se los conoce también como parcialmente cocidos.

3.1.5 *Productos cárnicos cocidos.* Son los productos sometidos a tratamiento térmico que deben alcanzar como mínimo 70 °C en su centro térmico o una relación tiempo temperatura equivalente que garantice la destrucción de microorganismos patógenos.

3.1.6 *Producto cárnico acidificado.* Son los productos cárnicos a los cuales se les ha adicionado un aditivo permitido o ácido orgánico para descender su pH.

3.1.7 *Producto cárnico ahumado.* Son los productos cárnicos expuestos al humo y/o adicionado de humo a fin de obtener olor, sabor y color propios.

3.1.8 *Producto cárnico rebozado y/o apanado.* Son los productos cárnicos recubiertos con ingredientes y aditivos de uso permitido.

3.1.9 *Producto cárnico congelado.* Son los productos cárnicos que se mantienen a una temperatura igual o inferior a -18 °C.

3.1.10 *Producto cárnico refrigerado.* Son los productos cárnicos que se mantienen a una temperatura entre 0°C - 4 °C

3.1.11 *Productos cárnicos preformados.* Son mezclas de carnes, no emulsionadas, adicionadas de aditivos y otros ingredientes permitidos, a las que se les da una forma determinada por medio de molde.

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, carne y productos cárnicos y otros productos animales, productos cárnicos curados-madurados precocidos, cocidos, requisitos.

3.1.12 Productos cárnicos recubiertos. Productos cárnicos a los que se les cubre con uno o más ingredientes permitidos. Por ejemplo: apanados, enharinados y otros.

3.1.13 Jamón. Producto cárnico, curado-madurado ó cocido ahumado o no, embutido, moldeado o prensado, elaborado con músculo sea este entero o troceado, con la adición de ingredientes y aditivos de uso permitido.

3.1.14 Pasta de carne (paté). Es el embutido cocido, de consistencia pastosa, ahumado o no, elaborado a base de carne emulsionada y/o vísceras, de animales de abasto mezclada o no y otros tejidos comestibles de estas especies, con ingredientes y aditivos permitidos.

3.1.15 Tocineta (tocino o panceta). Es el producto obtenido de la pared costo – abdominal o del tejido adiposo subcutáneo de porcinos, curado o no, cocido o no, ahumado o no.

3.1.16 Salami o salame. Es el embutido seco, curado, madurado o cocido, elaborado a base de carne y grasa de porcino y/o bovino, con ingredientes y aditivos permitidos.

3.1.17 Salchichón. Es el embutido seco, curado y/o madurado, elaborado a base de carne y grasa de porcino o con mezclas de animales de abasto con ingredientes y aditivos permitidos.

3.1.18 Queso de cerdo (queso de chancho). Es el producto cocido elaborado por una mezcla de carnes, orejas, hocico, cachetes de porcino, porciones gelatinosas de la cabeza y patas, con ingredientes y aditivos de uso permitido, prensado y/o embutido.

3.1.19 Chorizo. Es el producto elaborado con carne de animales de abasto, solas o en mezcla, con ingredientes y aditivos de uso permitido y embutidos en tripas naturales o artificiales de uso permitido, puede ser fresco (crudo), cocido, madurado, ahumado o no.

3.1.20 Salchicha. Es el producto elaborado a base de una masa emulsificada preparada con carne seleccionada y grasa de animales de abasto, ingredientes y aditivos alimentarios permitidos; embutido en tripas naturales o artificiales de uso permitido, crudas, cocidas, maduradas, ahumadas o no.

3.1.21 Morcillas de sangre. Es el producto cocido, elaborado a base de sangre de porcino y/o bovino, obtenida en condiciones higiénicas, desfibrinada y filtrada con o sin grasa y carne de animales de abasto, ingredientes y aditivos alimentarios permitidos; embutido en tripas naturales o artificiales de uso permitido, ahumadas o no.

3.1.22 Mortadela. Es el producto elaborado a base de una masa emulsificada preparada con carne seleccionada y grasa de animales de abasto, ingredientes y aditivos alimentarios permitidos; embutidos en tripas naturales o artificiales de uso permitido, cocidas, ahumadas o no.

3.1.23 Pastel de carne. Es el producto elaborado a base de una masa emulsificada preparada con carne seleccionada y grasa de animales de abasto, ingredientes y aditivos alimentarios permitidos; moldeados o embutidos en tripas naturales o artificiales de uso permitido, cocidas, ahumadas o no.

3.1.24 Fiambre. Producto cárnico procesado, cocido, embutido, moldeado o prensado elaborado con carne de animales de abasto, picada u homogeneizada o ambas, con la adición de sustancias de uso permitido.

3.1.25 Hamburguesa. Es la carne molida (o picada) de animales de abasto homogeneizada y preformada, cruda o precocida y con ingredientes y aditivos de uso permitido.

3.1.26 Aditivo alimentario. Son sustancias o mezcla de sustancias de origen natural o artificial, de uso permitido que se agregan a los alimentos modificando directa o indirectamente sus características físicas, químicas y/o biológicas con el fin de preservarlas, estabilizarlas o mejorar sus características organolépticas sin alterar su naturaleza y valor nutritivo.

3.1.27 Especies. Producto constituido por ciertas plantas o partes de ellas que por tener sustancias saborizantes o aromatizantes se emplean para aderezar, aliñar o modificar el aroma y sabor de los alimentos.

(Continúa)

3.1.28 Fermentación. Conjunto de procesos bioquímicos y físicos inducidos por acción microbiana nativa o acción controlada de cultivos iniciadores basados en el descenso del pH, que tienen lugar en la fabricación de algunos productos cárnicos como método de conservación o para conferir características particulares al producto, en los cuales se controla la temperatura, humedad y ventilación, desarrollando el aroma, sabor, color y consistencia característicos.

3.1.29 Maduración. Conjunto de procesos bioquímicos y físicos que tienen lugar en la fabricación de algunos productos cárnicos crudos en los cuales se controla la temperatura, humedad y ventilación, desarrollando el aroma, sabor, consistencia y conservación característicos de estos productos.

3.1.30 Cadena de frío. Es una cadena de suministro de temperatura controlada. Una cadena de frío que se mantiene intacta garantiza a un consumidor que el producto de consumo que recibe durante la producción, transporte, almacenamiento y venta no se ha salido de un rango de temperaturas dada.

3.1.31 Productos marinados neutros. Productos cárnicos en su estado natural que han sido mejorados en sus características funcionales por el uso de una solución considerada como coadyuvante y que mantienen su condición natural para su uso previsto.

3.1.32 Productos adobados. Productos cárnicos en su estado natural a los que se les ha adicionado condimentos con el objeto de proporcionar o modificar características sensoriales para su uso previsto. Por adobado se entiende: condimentado, aliñado, saborizado, aderezado o con especias.

3.1.33 Cortes enteros. Son los cortes primarios y secundarios.

3.1.34 Cortes primarios. Los cortes primarios son los brazos, piernas, chuletero y costillar.

3.1.35 Cortes secundarios. Son los cortes con o sin hueso, obtenidos a partir de los cortes primarios, tales como: pulpas, salón, lomos, chuleta, etc.

3.1.36 Carne. Tejido muscular estriado en fase posterior a su rigidez cadavérica (post rigor), comestible, sano y limpio, de animales de abasto que mediante la inspección veterinaria oficial antes y después del faenamiento son declarados aptos para consumo humano. Además se considera carne el diafragma y músculos maceteros de cerdo, no así los demás subproductos de origen animal.

3.1.37 Trimming. Es el producto obtenido del despiece del animal de abasto que contienen carne y grasa en diferente proporción y se utiliza en la elaboración de productos cárnicos

4. CLASIFICACIÓN

4.1 De acuerdo al contenido de proteína, estos productos se clasifican en:

4.1.1 TIPO I

4.1.2 TIPO II

4.1.3 TIPO III

5. DISPOSICIONES GENERALES

5.1 La materia prima refrigerada, que va a utilizarse en la manufactura, no debe tener una temperatura superior a los 7°C y la temperatura en la sala de despiece no debe ser mayor de 14°C.

5.2 El agua empleada en la elaboración de los productos cárnicos (salmuera, hielo), en el enfriamiento de envases o productos, en los procesos de limpieza, debe cumplir con los requisitos de la NTE INEN 1108.

5.3 El proceso de fabricación de estos productos debe cumplir con el Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura del Ministerio de Salud.

(Continúa)

5.4 Las envolturas que pueden usarse son: tripas naturales sanas, debidamente higienizadas o envolturas artificiales autorizadas por la autoridad competente, las mismas que pueden ser o no retiradas antes del empaque final.

5.5 Si se usa madera para realizar el ahumado, esta debe provenir de aserrín o vegetales leñosos que no sean resinosos, ni pigmentados, sin conservantes de madera o pintura.

5.6 En la lista de ingredientes debe indicarse claramente el aporte de proteína animal y proteína vegetal. Determinada por formulación.

6. REQUISITOS

6.1 Requisitos específicos

6.1.1 Los requisitos organolépticos deben ser característicos y estables para cada tipo de producto durante su vida útil.

6.1.2 El producto no debe presentar alteraciones o deterioros causados por microorganismos o cualquier agente biológico, físico o químico, además debe estar exento de materias extrañas.

6.1.3 Este producto debe elaborarse con carnes en perfecto estado de conservación (ver NTE INEN 2346).

6.1.4 Se permite el uso de sal, especias, humo líquido, humo en polvo o humo natural y sabores o aromas obtenidos natural o artificialmente aprobados para su uso en alimentos.

6.1.5 En la fabricación del producto no se empleará grasas vegetales en sustitución de la grasa de animales de abasto.

6.1.6 El producto no debe contener residuos de plaguicidas CAC/LMR 1, contaminantes Codex Stan 193 y residuos de medicamentos veterinarios CAC/LMR 2, en cantidades superiores a los límites máximos establecidos por el Codex Alimentarius.

6.1.7 Los aditivos no deben emplearse para cubrir deficiencias sanitarias de materia prima, producto o malas prácticas de manufactura. Pueden añadirse los establecidos en la NTE INEN 2074.

6.1.8 Todos los aditivos deben cumplir las normas de identidad, de pureza y de evaluación de su toxicidad de acuerdo a las indicaciones del Codex Alimentarius de FAO/OMS. Debe ser factible su evaluación cualitativa y cuantitativa y su metodología analítica debe ser suministrada por el fabricante, importador o distribuidor.

6.1.9 Los productos deben cumplir con los requisitos bromatológicos establecidos en la tabla 1, 2, 3, 4, 5, 6 o 7 según corresponda. Los resultados de análisis deben expresarse como un valor acompañado de su incertidumbre analítica por medio de cálculos estadísticamente aceptables.

TABLA 1. Requisitos bromatológicos para los productos cárnicos crudos

| REQUISITO | TIPO I | | TIPO II | | TIPO III | | MÉTODO DE ENSAYO |
|-------------------------------|----------|-----|---------|-----|----------|-----|---|
| | MÍN | MÁX | MÍN | MÁX | MÍN | MÁX | |
| Proteína total % (% N x 6,25) | 14 | - | 12 | - | 10 | - | NTE INEN 781 |
| Proteína no cármica % | Ausencia | | - | 2 | - | 4 | No existe método de diferenciación; se verifica por la formulación declarada por el fabricante. |

(Continúa)

TABLA 2. Requisitos bromatológicos para productos cárnicos cocidos

| REQUISITO | TIPO I | | TIPO II | | TIPO III | | MÉTODO DE ENSAYO |
|--------------------------------|--------|-----|---------|-----|----------|-----|---|
| | MÍN | MÁX | MÍN | MÁX | MÍN | MÁX | |
| Proteína total, % (% N x 6,25) | 12 | - | 10 | - | 8 | - | NTE INEN 781 |
| Proteína no cárnica % | - | 2 | - | 4 | - | 6 | No existe método de diferenciación; se verifica por la formulación declarada por el fabricante. |

TABLA 3. Requisitos bromatológicos para jamones cocidos

| REQUISITO | TIPO I | | TIPO II | | TIPO III | | MÉTODO DE ENSAYO |
|-------------------------------|--------|-----|---------|-----|----------|-----|---|
| | MÍN | MÁX | MÍN | MÁX | MÍN | MÁX | |
| Proteína total % (% N x 6,25) | 13 | - | 12 | - | 11 | - | NTE INEN 781 |
| Proteína no cárnica % | - | 2 | - | 3 | - | 4 | No existe método de diferenciación; se verifica por la formulación declarada por el fabricante. |

TABLA 4. Requisitos bromatológicos para cortes cárnicos ahumados al natural o con adición de humo líquido (considerando únicamente la fracción comestible); se exceptúan la costilla y la tocineta

| REQUISITO | MÍN | MÁX | MÉTODO DE ENSAYO |
|-------------------------------|-----|-----|------------------|
| Proteína total % (% N x 6,25) | 14 | - | NTE INEN 781 |

TABLA 5. Requisitos bromatológicos para el tocino y las costillas (considerando únicamente la fracción comestible)

| REQUISITO | MÍN | MÁX | MÉTODO DE ENSAYO |
|-------------------------------|-----|-----|------------------|
| Proteína total % (% N x 6,25) | 10 | - | NTE INEN 781 |

TABLA 6. Requisitos bromatológicos para los productos cárnicos curados-madurados, (considerando únicamente la fracción comestible)

| REQUISITO | MÍN | MÁX | MÉTODO DE ENSAYO |
|--|-----|-----|------------------|
| Proteína total % (% N x 6,25) | 25 | - | NTE INEN 781 |
| - Productos cárnicos curados-madurados en cortes enteros | 14 | - | |
| - Productos cárnicos curados-madurados en base a carne picada embutida | | | |

(Continúa)

TABLA 7. Requisitos bromatológicos para el paté.

| REQUISITO | MÍN | MÁX | MÉTODO DE ENSAYO |
|-------------------------------|-----|-----|------------------|
| Proteína total % (% N x 6,25) | 8 | - | NTE INEN 781 |

TABLA 8. Requisitos bromatológicos para los productos cárnicos preformados pre cocidos o crudos. En estos productos la cobertura no será mayor al 30 % del producto.

| REQUISITO | MÍN | MÁX | MÉTODO DE ENSAYO |
|--|-----|-----|------------------|
| Proteína total % * sin tomar en cuenta la cobertura del producto. | 12 | - | NTE INEN 781 |

6.1.10 Los productos cárnicos deben cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en las Tablas 9, 10, 11 ó 12 según corresponda.

TABLA 9. Requisitos microbiológicos para productos cárnicos crudos

| Requisito | n | c | m | M | MÉTODO DE ENSAYO |
|-----------------------------------|---|---|-------------------|-------------------|------------------|
| Aerobios mesófilos ufc/g * | 5 | 3 | $1,0 \times 10^5$ | $1,0 \times 10^7$ | NTE INEN 1529-5 |
| Escherichia coli ufc/g * | 5 | 2 | $1,0 \times 10^2$ | $1,0 \times 10^3$ | AOAC 991.14 |
| Staphylococcus aureus ufc/g * | 5 | 2 | $1,0 \times 10^3$ | $1,0 \times 10^4$ | NTE INEN 1529-14 |
| Salmonella ¹ / 25 g ** | 5 | 0 | Ausencia | --- | NTE INEN 1529-15 |

¹ Especies sero tipificadas como peligrosas para humanos
* Requisitos para determinar término de vida útil
** Requisitos para determinar inocuidad del producto

Donde:

n = número de unidades de la muestra
c = número de unidades defectuosas que se acepta
m = nivel de aceptación
M = nivel de rechazo

TABLA 10. Requisitos microbiológicos para productos cárnicos cocidos

| REQUISITOS | n | c | m | M | METODO DE ENSAYO |
|----------------------------------|----|---|-------------------|-------------------|------------------|
| Aerobios mesófilos,* ufc/g | 5 | 1 | $5,0 \times 10^5$ | $1,0 \times 10^7$ | NTE INEN 1529-5 |
| Escherichia coli ufc/g* | 5 | 0 | < 10 | - | AOAC 991.14 |
| Staphylococcus* aureus, ufc/g | 5 | 1 | $1,0 \times 10^3$ | $1,0 \times 10^4$ | NTE INEN 1529-14 |
| Salmonella ¹ / 25 g** | 10 | 0 | Ausencia | --- | NTE INEN 1529-15 |

¹ especies sero tipificadas como peligrosas para humanos
* Requisitos para determinar término de vida útil
** Requisitos para determinar inocuidad del producto

Donde:

n = número de unidades de la muestra
c = número de unidades defectuosas que se acepta
m = nivel de aceptación
M = nivel de rechazo

(Continúa)

TABLA 11. Requisitos microbiológicos para productos cárnicos curados - madurados

| REQUISITOS | n | c | m | M | MÉTODO DE ENSAYO |
|---------------------------------|----|---|---------------------|---------------------|------------------|
| Staphylococcus aureus ufc/g * | 5 | 1 | 1,0x10 ² | 1,0x10 ³ | NTE INEN 1529-14 |
| Clostridium perfringens ufc/g * | 5 | 1 | 1,0x10 ³ | 1,0x10 ⁴ | NTE INEN 1529-18 |
| Salmonella ¹ /25g ** | 10 | 0 | Ausencia | - | NTE INEN 1529-15 |

¹ Especies sero tipificadas como peligrosas para humanos
 * Requisitos para determinar término de vida útil
 ** Requisitos para determinar inocuidad del producto

Donde:

n = número de unidades de la muestra

c = número de unidades defectuosas que se acepta

m = nivel de aceptación

M = nivel de rechazo

TABLA 12. Requisitos microbiológicos para productos cárnicos precocidos congelados

| REQUISITO | n | c | m | M | MÉTODO DE ENSAYO |
|-----------------------------------|---|---|-----------------------|-----------------------|------------------|
| Aerobios mesófilos ufc/g * | 5 | 3 | 1,0 x 10 ⁶ | 1,0 x 10 ⁷ | NTE INEN 1529-5 |
| Escherichia coli ufc/g * | 5 | 2 | 1,0 x 10 ² | 1,0 x 10 ³ | AOAC 991.14 |
| Staphilococcus aureus ufc/g * | 5 | 2 | 1,0 x 10 ³ | 1,0 x 10 ⁴ | NTE INEN 1529-14 |
| Salmonella ¹ / 25 g ** | 5 | 0 | Ausencia | — | NTE INEN 1529-15 |

¹ especies sero tipificadas como peligrosas para humanos
 * Requisitos para determinar término de vida útil
 ** Requisitos para determinar inocuidad del producto

Donde:

n = número de unidades de la muestra

c = número de unidades defectuosas que se acepta

m = nivel de aceptación

M = nivel de rechazo

6.2 Requisitos complementarios

6.2.1 Las unidades de comercialización de este producto deben cumplir con lo dispuesto en la Ley 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

6.2.2 La temperatura de almacenamiento de los productos terminados en los lugares de expendio debe estar entre 0°C y 4°C (refrigeración).

6.2.3 Los materiales empleados para envasar los productos deben ser grado alimentario aprobados para uso en este tipo de alimentos.

7. INSPECCIÓN

7.1 Muestreo

7.1.1 El muestreo debe realizarse de acuerdo con la NTE INEN 776.

7.1.2 La toma de muestras para el análisis microbiológico debe realizarse de acuerdo a la NTE INEN 1529-2.

(Continúa)

7.2 Aceptación o rechazo. Se acepta el producto si cumple con los parámetros establecidos en esta norma, caso contrario se rechaza.

8. ROTULADO

8.1 El rotulado debe cumplir con lo indicado en las leyes y reglamentos que tengan relación con el rotulado, y en el Reglamento Técnico de Rotulado de productos alimenticios procesados envasados RTE INEN 22.

8.2 En la etiqueta, en el panel principal, se debe declarar la clasificación del producto.

8.3 En la lista de ingredientes, se debe declarar la fuente y el tipo de proteína vegetal que se utiliza en la elaboración de estos productos cárnicos.

(Continúa)

Anexo 6. Normativa técnica sanitaria para alimentos ARCSA 016 – Anexo 1

ANEXO 1 REQUISITOS DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA

1) Condiciones mínimas básicas

Los establecimientos donde se producen y manipulan alimentos serán diseñados y construidos de acuerdo a las operaciones y riesgos asociados a la actividad y al alimento, de manera que puedan cumplir con los siguientes requisitos:

- Que no exista riesgo de contaminación y alteración o que el riesgo sea mínimo.
- Que el diseño y distribución de las áreas permita un mantenimiento, limpieza y desinfección apropiada; y, que minimice los riesgos de contaminación.
- Que las superficies y materiales, particularmente aquellos que están en contacto con los alimentos, no sean tóxicos y estén diseñados para el uso pretendido, fáciles de mantener, limpiar y desinfectar.
- Que facilite un control efectivo de plagas y dificulte el acceso y refugio de las mismas.

La localización de los establecimientos donde se procesen, envasen, almacenen o distribuyan alimentos serán responsables que su funcionamiento esté protegido de focos de insalubridad que representen riesgos de contaminación.

2) Ubicación

El establecimiento procesador de alimentos procesados debe estar ubicado lejos de focos de contaminación, libres de monte o maleza a los alrededores que sean fuente de plagas; la construcción y la disposición de las instalaciones dependerán de la naturaleza del producto o productos que se fabriquen, las operaciones y los riesgos asociados al proceso.

3) Diseño y construcción

La edificación debe diseñarse y construirse de manera que:

- Ofrezca protección contra polvo, materias extrañas, insectos, roedores, aves y otros elementos del ambiente exterior y que mantenga las condiciones sanitarias apropiadas según el proceso.
- La construcción sea sólida y disponga de espacio suficiente para la instalación, operación y mantenimiento de los equipos, así como para el movimiento del personal y el traslado de materiales o alimentos.
- Brinde facilidades para la higiene del personal.
- Las áreas internas de producción se deben dividir en zonas dependiendo de las etapas de producción.

Las áreas deben cumplir los siguientes requisitos de distribución, diseño y construcción:

I. Distribución de áreas

- Las diferentes áreas o ambientes deben ser distribuidos y señalizados siguiendo de preferencia el principio de flujo hacia adelante, esto es, desde la recepción de las materias primas hasta el despacho del alimento terminado, de tal manera que se evite confusiones y contaminaciones.
- Los ambientes de las áreas críticas, deben permitir un apropiado mantenimiento, limpieza, desinfección, desinfección, minimizar las contaminaciones cruzadas por corrientes de aire, traslado de materiales, alimentos o circulación de personal.
- En caso de utilizarse elementos inflamables, estos estarán ubicados de preferencia en un área alejada de la planta, la cual será de construcción adecuada y ventilada. Debe mantenerse limpia, en buen estado.
- Contar con un área adecuada para la eliminación de desechos, la cual debe diseñarse y construirse de tal manera que se evite el riesgo de contaminación a las áreas de proceso, al alimento o al sistema de abastecimiento de agua potable. Se debe mantener un control sobre las condiciones de limpieza de los drenajes; la salida de desperdicios no debe hacerse cuando se está manipulando el producto.

II. Pisos, Paredes, Techos y Drenajes

- Los pisos, paredes y techos tienen que estar contruidos de tal manera que puedan mantenerse limpios y en buenas condiciones, libres de grietas o huecos. No deben emitir ninguna sustancia tóxica hacia los alimentos y permitirán una fácil limpieza, desinfección a fin de evitar la acumulación de polvo y suciedad.
- Los pisos deben estar diseñado para permitir el drenaje o desalojo adecuado y completo de los efluentes cuando sea necesario de acuerdo al proceso.
- Los drenajes deben estar cubiertos por rejillas que permitan el flujo de agua, pero no el ingreso de plagas.
- Las superficies de las paredes, techos y pisos no deben emitir ninguna sustancia tóxica hacia los alimentos y permitir una fácil limpieza, desinfección a fin de evitar la acumulación de polvo y suciedad.
- Las cámaras de refrigeración o congelación, deben permitir una fácil limpieza, drenaje, remoción de condensado al exterior y mantener condiciones higiénicas.
- Los drenajes del piso deben contar con la debida protección, estar aptos para su uso y estar diseñados de forma tal que se permita su limpieza. Donde sea requerido, deben tener instalados el sello hidráulico, trampas de grasa y sólidos, con fácil acceso para la limpieza.
- En las uniones entre las paredes y los pisos de las áreas críticas, se debe prevenir la acumulación de polvo o residuos, pueden ser cóncavas para facilitar su limpieza y se debe mantener un programa de mantenimiento y limpieza.
- En las áreas donde las paredes no terminan unidas totalmente al techo, se debe prevenir la acumulación de polvo o residuos, pueden mantener en ángulo para evitar el depósito de polvo, y se debe establecer un programa de mantenimiento y limpieza.

9. Los techos, falsos techos y demás instalaciones suspendidas deben estar diseñados y contruidos de manera que se evite la acumulación de suciedad o residuos, la condensación, goteras, la formación de mohos, el desprendimiento superficial estableciendo un programa de limpieza y mantenimiento.

III. Ventanas, puertas y otras aberturas

1. En áreas donde exista una alta generación de polvo, las ventanas y otras aberturas en las paredes, deben estar contruidas de modo que se reduzcan al mínimo la acumulación de polvo o cualquier suciedad y que además facilite su limpieza y desinfección. Las repisas internas de las ventanas no deben ser utilizadas como estantes.
2. En las áreas donde el alimento esté expuesto, las ventanas deben ser preferiblemente de material no astillable; si tienen vidrio, debe adosarse una película protectora que evite la proyección de partículas en caso de rotura.
3. En áreas de mucha generación de polvo, las estructuras de las ventanas no deben tener cuerpos huecos y, en caso de tenerlos, permanecerán sellados y serán de fácil remoción, limpieza e inspección. De preferencia los marcos no deben ser de madera.
4. En caso de comunicación al exterior, deben tener sistemas de protección a prueba de insectos, roedores, aves y otros animales.
5. Las áreas de producción de mayor riesgo y las críticas, en las cuales los alimentos se encuentren expuestos no deben tener puertas de acceso directo desde el exterior; cuando el acceso sea necesario, en lo posible se deberá colocar un sistema de cierre automático, y además se utilizarán sistemas o barreras de protección a prueba de insectos, roedores, aves, otros animales o agentes externos contaminantes.

IV. Escaleras, elevadores y estructuras complementarias (rampas, plataformas)

1. Las escaleras, elevadores y estructuras complementarias se deben ubicar y construir de manera que no causen contaminación al alimento o dificulten el flujo regular del proceso y la limpieza de la planta.
2. Deben estar en buen estado y permitir su fácil limpieza.
3. En caso que estructuras complementarias pasen sobre las líneas de producción, es necesario que las líneas de producción tengan elementos de protección y que las estructuras tengan barreras a cada lado para evitar la caída de objetos y materiales extraños.

V. Instalaciones eléctricas y redes de agua

1. La red de instalaciones eléctricas, de preferencia debe ser abierta y evitar la presencia de cables sueltos, pudiendo estar los terminales adosados en paredes o techos; siempre y cuando su diseño evite la contaminación cruzada con el alimento. En las áreas críticas, debe existir un procedimiento escrito de inspección y limpieza.
2. No debe existir la presencia de cables colgantes sobre las áreas donde represente un riesgo para la manipulación de alimentos.
3. Las líneas de flujo (tuberías de agua potable, agua no potable, vapor, combustible, aire comprimido, aguas de desecho, otros) se identificarán con una etiqueta los símbolos respectivos en sitios visibles o se identificarán con un color distinto para cada una de ellas, de acuerdo a las NTE INEN correspondientes.

VI. Iluminación

1. Las áreas tendrán una adecuada iluminación, con luz natural siempre que fuera posible y cuando se necesite luz artificial, ésta será lo más semejante a la luz natural para que garantice que el trabajo se lleve a cabo eficientemente.
2. Las fuentes de luz artificial que estén suspendidas por encima de las líneas de elaboración, envasado y almacenamiento de los alimentos y materias primas, deben ser de tipo de seguridad y deben estar protegidas para evitar la contaminación de los alimentos en caso de rotura.

VII. Calidad del aire y ventilación

1. Se debe disponer de medios adecuados de ventilación natural o mecánica, directa o indirecta para prevenir la condensación del vapor, entrada de polvo y facilitar la remoción del calor donde sea viable y requerido.
2. Los sistemas de ventilación deben ser diseñados y ubicados de tal forma que eviten el paso de aire desde un área contaminada a un área limpia; donde sea necesario, deben permitir el acceso para aplicar un programa de limpieza periódica.
3. Los sistemas de ventilación deben evitar la contaminación del alimento con aerosoles, grasas, partículas u otros contaminantes, inclusive los provenientes de los mecanismos del sistema de ventilación, y deben evitar la incorporación de olores que puedan afectar la calidad del alimento; donde sea requerido, deben permitir el control de la temperatura ambiente y humedad relativa.
4. Las aberturas para circulación del aire deben estar protegidas con mallas, fácilmente removibles para su limpieza.
5. Cuando la ventilación es inducida por ventiladores o equipos acondicionadores de aire, el aire debe ser filtrado y verificado periódicamente para demostrar sus condiciones de higiene.
6. El sistema de filtros debe estar bajo un programa de mantenimiento, limpieza o cambios.

VIII. Control de temperatura y humedad ambiental

Deben existir mecanismos para controlar la temperatura y humedad del ambiente, cuando ésta sea necesaria dependiendo del tipo de alimento, para asegurar la inocuidad del alimento.

IX. Instalaciones sanitarias

Deben existir instalaciones o facilidades higiénicas que aseguren la higiene del personal para evitar la contaminación de los alimentos; deben estar ubicados de tal manera que mantenga independencia de las otras áreas de la planta a excepción de baños con doble puertas y sistemas con aire de corriente positiva. Éstas deben incluir:

1. Instalaciones sanitarias tales como servicios higiénicos, duchas y vestuarios, en cantidad suficiente e independiente para mujeres y hombres.
2. Las áreas de servicios higiénicos, duchas o vestidores, no deben tener acceso directo a las áreas de producción.
3. Los servicios higiénicos deben estar dotados de todas las facilidades necesarias, como dispensador con jabón líquido, dispensador con gel desinfectante, implementos desechables o equipos automáticos para el secado de las manos y recipientes preferiblemente cerrados para el depósito de material usado.
4. En las zonas de acceso a las áreas críticas de elaboración deben instalarse unidades dosificadoras de soluciones desinfectantes cuyo principio activo no afecte a la salud del personal y no constituya un riesgo para la manipulación del alimento.
5. Las instalaciones sanitarias deben mantenerse permanentemente limpias, ventiladas y con una provisión suficiente de materiales.
6. En las proximidades de los lavamanos deben colocarse avisos o advertencias al personal sobre la obligatoriedad de lavarse las manos después de usar los servicios sanitarios y antes de reiniciar las labores de producción.

4) Servicios de plantas

I. Suministro de agua

1. Se dispondrá de un abastecimiento y sistema de distribución adecuado de agua potable, así como de instalaciones apropiadas para su almacenamiento, distribución y control.
2. El suministro de agua dispondrá de mecanismos para garantizar las condiciones requeridas en el proceso tales como temperatura y presión para realizar la limpieza y desinfección.
3. Se permitirá el uso de agua no potable para aplicaciones como control de incendios, generación de vapor, refrigeración y otros propósitos similares; y, en el proceso siempre y cuando no se utilice para superficies que tienen contacto directo con los alimentos, que no sea ingrediente ni sean fuente de contaminación.
4. Los sistemas de agua no potable deben estar identificados y no deben estar conectados con los sistemas de agua potable.
5. En caso de contar con sistemas, las mismas deben ser lavadas y desinfectadas en una frecuencia establecida, lo cual debe estar documentado.
6. Si se usa agua de tanquero o de otra procedencia, se debe garantizar su característica potable.
7. El agua potable debe ser segura y cumplir como mínimo con los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la NTE INEN 1108 "Agua para Consumo Humano. Requisitos" vigente. Se deberá realizar los análisis al menos una vez cada 12 meses de acuerdo a la frecuencia establecida en los procedimientos de la planta, en un laboratorio acreditado por BAE o en un laboratorio de tercera parte que demuestre competencia técnica según la norma ISO/IEC 17025, que se encuentre debidamente validado por el responsable del laboratorio.

II. Suministro de vapor

El vapor de contacto directo con el alimento, se debe disponer de sistemas de filtros, antes que el vapor entre en contacto con el alimento y se deben utilizar productos químicos de grado alimenticio para su generación. No deberá constituir una amenaza para la inocuidad y aptitud de los alimentos.

III. Disposición de desechos líquidos

1. Las plantas procesadoras de alimentos deben tener, individual o colectivamente, instalaciones o sistemas adecuados para la disposición final de aguas negras y efluentes industriales;
2. Los drenajes y sistemas de disposición deben ser diseñados y construidos para evitar la contaminación del alimento, del agua o las fuentes de agua potable almacenadas en la planta.

IV. Disposición de desechos sólidos

1. Se debe contar con un sistema adecuado de recolección, almacenamiento, protección y eliminación de basuras. Esto incluye el uso de recipientes con tapa y con la debida identificación para los desechos de sustancias tóxicas.
2. Donde sea necesario, se deben tener sistemas de seguridad para evitar contaminaciones accidentales o intencionales.
3. Los residuos se removerán frecuentemente de las áreas de producción y deben disponerse de manera que se elimine la generación de malos olores para que no sean fuente de contaminación o refugio de plagas.
4. Las áreas de desperdicios deben estar ubicadas fuera de las áreas de producción y en sitios alejados de la misma.

5) Equipos y utensilios

I. Diseño de equipos

La selección, fabricación e instalación de los equipos deben ser acorde a las operaciones a realizar y al tipo de alimento a producir. El equipo comprende las máquinas utilizadas para la fabricación, llenado o envasado, acondicionamiento, almacenamiento, control, emisión y transporte de alimentos.

Las especificaciones técnicas dependen de las necesidades de producción y deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. Construidos con materiales tales que sus superficies de contacto no transmitan sustancias tóxicas, olores ni sabores, ni reaccionen con los ingredientes o materiales que intervengan en el proceso de fabricación.
- b. Debe evitarse el uso de madera y otros materiales que no puedan limpiarse y desinfectarse adecuadamente, cuando no pueda ser eliminado el uso de la madera debe ser monitoreado para asegurarse que se encuentra en buenas condiciones, no será una fuente de contaminación indeseable y no debe representar un riesgo físico.
- c. Sus características técnicas deben ofrecer facilidades para la limpieza, desinfección e inspección y deben contar con dispositivos para impedir la contaminación del producto por lubricantes, refrigerantes, sellantes u otras sustancias que se requieran para su funcionamiento.
- d. Cuando se requiera la lubricación de algún equipo o instrumento que por razones tecnológicas esté ubicado sobre las líneas de producción, se debe utilizar sustancias permitidas (lubricantes de grado alimenticio) y establecer barreras y procedimientos para evitar la contaminación cruzada, inclusive por el mal uso de los equipos de lubricación.
- e. Todas las superficies en contacto directo con el alimento no deben ser recubiertas con pinturas u otro tipo de material desprendible que represente un riesgo físico para la inocuidad del alimento.
- f. Las superficies exteriores y el diseño general de los equipos deben ser construidos de tal manera que faciliten su limpieza.
- g. Las tuberías empleadas para la conducción de materias primas y alimentos deben ser de materiales resistentes, inertes, no porosos, impermeables y fácilmente desmontables para su limpieza y lisos en la superficie que se encuentra en contacto con el alimento. Las tuberías fijas se limpiarán y desinfectarán por recirculación de sustancias previstas para este fin, de acuerdo a un procedimiento validado.
- h. Los equipos se instalarán en forma tal que permitan el flujo continuo y racional del material y del personal, minimizando la posibilidad de confusión y contaminación.
- i. Todo el equipo y utensilios que puedan entrar en contacto con los alimentos deben estar en buen estado y resistir las repetidas operaciones de limpieza y desinfección. En cualquier caso, el estado de los equipos y utensilios no debe representar una fuente de contaminación del alimento.

Se deben cumplir las siguientes condiciones de instalación y funcionamiento:

- a. La instalación de los equipos debe realizarse de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.
- b. Toda maquinaria o equipo debe estar provista de la instrumentación adecuada y demás implementos necesarios para su operación, control y mantenimiento. Se contará con un procedimiento de calibración que permita asegurar que, tanto los equipos y maquinarias como los instrumentos de control proporcionen lecturas confiables. Con especial atención en aquellos instrumentos que estén relacionados con el control de un peligro.

6) Requisitos higiénicos de fabricación

I. Obligaciones del personal

Durante la fabricación de alimentos, el personal que manipula directa o indirectamente los mismos debe:

- a. Mantener la higiene y el cuidado personal.
- b. Comportarse y operar de la manera descrita en el punto v del presente numeral.
- c. Estar capacitado para realizar la labor asignada, conociendo previamente los procedimientos, protocolos, instructivos relacionados con sus funciones y comprender las consecuencias del incumplimiento de los mismos.

II. Educación y capacitación del personal

Toda planta procesadora o establecimiento procesador debe implementar un plan anual de capacitación para todo el personal sobre las BPM, a fin de asegurar su adaptación a las tareas asignadas.

Esta capacitación está bajo la responsabilidad de la empresa y podrá ser efectuada por ésta, o por personas naturales o jurídicas siempre que se demuestre su competencia para ello. La evidencia de las capacitaciones constantes al personal debe encontrarse documentada.

Deben existir programas de entrenamiento específicos según sus funciones, que incluyan Normas o Reglamentos relacionados al producto y al proceso que ejecuta; además, procedimientos, protocolos, precauciones y acciones correctivas a tomar cuando se presenten desviaciones.

III. Estado de salud del personal

Se deben observar al menos los siguientes aspectos:

- a. El personal que manipula alimentos debe someterse a un reconocimiento médico antes de desempeñar esta función y de manera periódica; la planta debe mantener fichas médicas actualizadas. Así mismo, debe realizarse un reconocimiento médico cada vez que se considere necesario por razones clínicas y epidemiológicas, especialmente después de una ausencia originada por una infección que pudiera dejar secuelas capaces de provocar contaminaciones de los alimentos que se manipulan. La falta de control y cumplimiento, o inobservancia de esta disposición, deriva en responsabilidad directa del empleador o representante legal ante la autoridad nacional en materia laboral.
- b. La dirección de la empresa debe tomar las medidas necesarias para que no se permita manipular los alimentos, directa o indirectamente, al personal del que se conozca formalmente padece de una enfermedad infecciosa susceptible de ser transmitida por alimentos, o que presente heridas infectadas, o irritaciones cutáneas.

IV. Higiene y medidas de protección

A fin de garantizar la inocuidad de los alimentos y evitar contaminaciones cruzadas, el personal que trabaja en una Planta procesadora o establecimiento procesador de alimentos debe cumplir con normas escritas de limpieza e higiene.

a. El personal de la planta debe contar con uniformes adecuados a las operaciones a realizar:

1. Delantales o vestimenta, que permitan visualizar fácilmente su limpieza.
2. Cuando sea necesario, otros accesorios como guantes, botas, gorros, mascarillas, los cuales deben encontrarse limpios y en buen estado.
3. El calzado debe ser cerrado y cuando se requiera, deberá ser antideslizante e impermeable.

b. Las prendas mencionadas en los literales 1. y 2. del numeral anterior, deben ser lavables o desechables. En caso de que la fábrica realice la operación de lavado, la misma debe realizarse en un lugar donde no exista contaminación de olores y física.

c. Todo el personal que manipula los alimentos debe lavarse las manos con agua y jabón antes de comenzar el trabajo, cada vez que salga y regrese al área asignada, cada vez que use los servicios sanitarios y después de manipular cualquier material u objeto que pudiese representar un riesgo de contaminación para el alimento. El uso de guantes no exime al personal de la obligación de lavarse las manos.

d. Es obligatorio realizar la desinfección de las manos cuando los riesgos asociados con la etapa del proceso así lo justifiquen, y cuando se ingrese a áreas críticas.

v. Comportamiento del personal

Se debe observar al menos estas disposiciones:

a. El personal manipulador de alimentos en una planta procesadora de alimentos debe acatar las normas establecidas que señalan la prohibición de fumar, utilizar el celular y/o consumir alimentos o bebidas, preferentemente en las áreas de procesamiento.

b. Mantener el cabello cubierto totalmente mediante malla u otro medio efectivo para ello.

c. Debe contar con uñas cortas y sin esmalte.

d. No debe portar joyas o bisutería.

e. Debe laborar sin maquillaje.

f. En caso de llevar barba, bigote o patillas anchas, debe usar protector de barba desechable o cualquier protector adecuado; estas disposiciones se deben enfatizar al personal que realiza tareas de manipulación y envase de alimentos.

vi. Obligación del personal administrativo y visitantes

Los visitantes y el personal administrativo que transiten por el área de fabricación, elaboración manipulación de alimentos, deben proveerse de ropa protectora y acatar las disposiciones señaladas por la planta para evitar la contaminación de los alimentos.

vii. Prohibición de acceso a determinadas áreas

Debe existir un mecanismo y/o procedimiento que evite el acceso de personas extrañas a las áreas de procesamiento, sin la debida protección y precauciones.

viii. Señalética

Debe existir un sistema de señalización y normas de seguridad, ubicados en sitios visibles para conocimiento del personal de la planta y personal ajeno a ella.

7) Materias primas e insumos

I. Condiciones mínimas

No se aceptarán materias primas e ingredientes que contengan parásitos, microorganismos patógenos, sustancias tóxicas (tales como, químicos, metales pesados, drogas veterinarias, pesticidas), materia extraña a menos que dicha contaminación pueda reducirse a niveles aceptables mediante las operaciones productivas validadas.

II. Inspección y control

Las materias primas e insumos deben someterse a inspecciones y control antes de ser utilizados en la línea de fabricación. Deben estar disponibles los documentos de especificaciones que indiquen los niveles aceptables de inocuidad, higiene y calidad para uso en los procesos de fabricación.

III. Condiciones de recepción

La recepción de materias primas e insumos debe realizarse en condiciones de manera que eviten su contaminación, alteración de su composición y daños físicos. Las zonas de recepción y almacenamiento estarán separadas de las que se destinan a elaboración o envasado de producto final.

iv. Almacenamiento

Las materias primas e insumos deben almacenarse en condiciones que impidan el deterioro, eviten la contaminación y reduzcan al mínimo su daño o alteración; además deben someterse, si es necesario, a un proceso adecuado de rotación periódica.

v. Recipientes seguros

Los recipientes, contenedores, envases o empaques de las materias primas e insumos deben ser de materiales que no desprendan sustancias que causen alteraciones en el producto o contaminación y debe de cumplir con el uso previsto determinado por el fabricante o proveedor.

vi. Instructivo de manipulación

En los procesos que requieran ingresar materias primas en áreas susceptibles de contaminación con riesgo de afectar la inocuidad del alimento, debe existir un instructivo para su ingreso dirigido a prevenir la contaminación.

vii. Condiciones de conservación

Las materias primas e insumos conservados por congelación que requieran ser descongelados previo al uso, se deben descongelar bajo condiciones controladas adecuadas (tiempo, temperatura, otros) para evitar desarrollo de microorganismos.

Cuando exista riesgo microbiológico, las materias primas e insumos descongelados no podrán ser congelados nuevamente, ni utilizados en el proceso de producción.

viii. Límites permisibles

Los insumos utilizados como aditivos alimentarios en el producto final, no rebasarán los límites establecidos en base a los límites establecidos en la normativa nacional o el Codex Alimentario o normativa internacional equivalente.

ix. Agua

- a. Sólo se podrá utilizar agua para consumo humano de acuerdo a normas nacionales o internacionales.
- b. El hielo debe fabricarse con agua para consumo humano o tratada de acuerdo a normas nacionales o internacionales.
- c. El agua utilizada para la limpieza y lavado de materia prima, o equipos y objetos que entran en contacto directo con el alimento debe ser apta para consumo humano o tratada de acuerdo a normas nacionales o internacionales.
- d. El agua que ha sido recuperada de la elaboración de alimentos por procesos como evaporación o desecación y otros pueden ser nuevamente utilizada, siempre y cuando no se contamine en el proceso de recuperación y se demuestre su aptitud de uso.

B) Operaciones de producción

Los criterios técnicos del presente capítulo se aplicarán teniendo en cuenta la naturaleza de la elaboración del alimento.

I. Técnicas y procedimientos

La organización de la producción del alimento procesado debe ser concebida de tal manera que el conjunto de técnicas y procedimientos previstos, se apliquen correctamente y que se evite toda omisión, contaminación, error o confusión en el transcurso de las diversas operaciones.

II. Operaciones de control

La elaboración de un alimento debe efectuarse según procedimientos validados, en establecimientos acondicionados de acuerdo a la naturaleza del producto; con áreas y equipos limpios y adecuados, con personal competente, con materias primas y materiales conformes, registrando todas las operaciones de control definidas.

III. Condiciones ambientales

- a. La limpieza y el orden deben ser factores prioritarios en estas áreas.
- b. Las sustancias utilizadas para la limpieza y desinfección, deben ser aquellas aprobadas para su uso en áreas, equipos y utensilios donde se procesen alimentos destinados al consumo humano.
- c. Los procedimientos de limpieza y desinfección deben ser validados periódicamente.
- d. Las cubiertas de las mesas de trabajo deben ser lisas, de material impermeable, que permita su fácil limpieza y desinfección y que no genere ningún tipo de contaminación en el producto.

iv. Verificación de condiciones

Antes de emprender la fabricación de un lote debe verificarse que:

- a. Se haya realizado convenientemente la limpieza del área según procedimientos establecidos y que la operación haya sido confirmada y mantener el registro de las inspecciones.
- b. Todos los protocolos y documentos relacionados con la fabricación estén disponibles y actualizados.
- c. Se cumplan las condiciones ambientales tales como temperatura, humedad, ventilación.

d. Que los aparatos de control estén en buen estado de funcionamiento; se debe mantener registros documentados de estos controles, así como la calibración de los equipos de control.

v. Manipulación de sustancias

Las sustancias susceptibles de cambio, peligrosas o tóxicas deben ser manipuladas tomando precauciones particulares, definidas en los procedimientos de fabricación y de las hojas de seguridad emitidas por el fabricante.

vi. Métodos de identificación

En todo momento de la fabricación el nombre del alimento, número de lote y la fecha de caducidad, deben ser identificadas por medio de etiquetas o cualquier otro medio de identificación.

vii. Programas de seguimiento continuo

La planta contará con un programa de rastreabilidad/trazabilidad que permitirá rastrear la identificación de las materias primas, material de empaque, coadyuvantes de proceso e insumos desde el proveedor hasta el producto terminado y el primer punto de despacho.

viii. Control de procesos

El proceso de fabricación debe estar descrito claramente en un documento donde se precisen todos los pasos a seguir de manera secuencial (llenado, envasado, etiquetado, empaque, otros), indicando además controles a efectuarse durante las operaciones, los límites establecidos en cada caso y los puntos críticos para el control.

ix. Condiciones de fabricación

Deberá darse énfasis al control de las condiciones de operación necesarias para reducir el crecimiento potencial de microorganismos, verificando, cuando la clase de proceso y la naturaleza del alimento lo requiera, factores como: tiempo, temperatura, humedad, actividad acuosa (A_w), pH, presión y velocidad de flujo; también es necesario, donde sea requerido, controlar las condiciones de fabricación tales como congelación, deshidratación, tratamiento térmico, acidificación y refrigeración para asegurar que los tiempos de espera, las fluctuaciones de temperatura y otros factores no contribuyan a la descomposición o contaminación del alimento.

x. Medidas prevención de contaminación

Donde el proceso y la naturaleza del alimento lo requieran, se deben tomar las medidas efectivas para proteger el alimento de la contaminación por metales u otros materiales extraños, instalando mallas, trampas, imanes, detectores de metal o cualquier otro método validado.

xi. Medidas de control de desviación

Deben registrarse las acciones correctivas y las medidas tomadas cuando se detecte una desviación de los parámetros establecidos durante el proceso de fabricación validado. Se deben determinar si existe producto potencialmente afectado en su inocuidad y en caso de haberlo registrar la justificación y su destino.

xii. Validación de gases

Donde los procesos y la naturaleza de los alimentos lo requieran e intervenga el aire o gases como un medio de transporte o de conservación, se deben tomar todas las medidas validadas de prevención para que estos gases y aire no se conviertan en focos de contaminación o sean vehículos de contaminaciones cruzadas.

xiii. Seguridad de trasvase

El llenado o envasado de un producto debe efectuarse de manera tal que se evite deterioros o contaminaciones que afecten su calidad e inocuidad.

xiv. Reproceso de alimentos

Los alimentos elaborados que no cumplan las especificaciones técnicas de producción, podrán reprocesarse o utilizarse en otros procesos, siempre y cuando se garantice su inocuidad; de lo contrario éstos deben ser destruidos o desnaturalizados irreversiblemente.

xv. Vida útil

Los registros de control de la producción y distribución, deben ser mantenidos por un periodo de dos meses mayor al tiempo de la vida útil del producto.

9) Envasado, etiquetado y empaquetado

i. Identificación del producto

Todos los alimentos deben ser envasados, etiquetados y empaquetados de conformidad con las NTE y RTE.

II. Seguridad y calidad

El diseño y los materiales de envasado deben ofrecer una protección adecuada de los alimentos para prevenir la contaminación, evitar daños y permitir un etiquetado de conformidad con las normas técnicas respectivas.

Cuando se utilizan materiales o gases para el envasado, estos no deben ser tóxicos ni representar una amenaza para la inocuidad y la aptitud de los alimentos en las condiciones de almacenamiento y uso especificadas.

III. Reutilización envases

En caso que las características de los envases permitan su reutilización, será indispensable lavarlos y esterilizarlos de manera que se restablezcan las características originales, mediante una operación adecuada y validada. Además, debe ser correctamente inspeccionada, a fin de eliminar los envases defectuosos o no aptos para uso.

IV. Manejo del vidrio

Cuando se trate de material de vidrio, deben existir procedimientos establecidos para que cuando ocurran roturas en la línea, se asegure que los trozos de vidrio no contaminen a los recipientes adyacentes.

V. Transporte al granel

Los tanques o depósitos para el transporte de alimentos procesados al granel serán diseñados y construidos de acuerdo con las normas técnicas respectivas, tendrán una superficie interna que no favorezca la acumulación de producto y de origen a contaminación, descomposición o cambios en el producto.

VI. Trazabilidad del producto

Los alimentos envasados deben contar con su número de lote claramente identificado que permita conocer información relevante como fecha de producción, línea de fabricación, identificación del fabricante entre otros.

VII. Condiciones mínimas

Antes de comenzar las operaciones de envasado y empaquetado deben verificarse y registrarse:

- a. La limpieza e higiene del área donde se manipularán los alimentos.
- b. Que los alimentos a empacar, correspondan con los materiales de envasado y acondicionamiento, conforme a las instrucciones escritas al respecto.
- c. Que los recipientes para envasado estén correctamente limpios y desinfectados, si es el caso.

VIII. Embalaje previo

Los alimentos en sus envases finales, en espera del etiquetado, deben estar separados e identificados convenientemente.

IX. Embalaje mediano

Las cajas múltiples de embalaje de los alimentos terminados, podrán ser colocadas sobre plataformas o paletas que permitan su retiro del área de empaque hacia el área de cuarentena o al almacén de alimentos terminados evitando la contaminación.

X. Entrenamiento de manipulación

El personal debe ser particularmente entrenado sobre los riesgos de errores inherentes a las operaciones de empaque.

XI. Cuidados previos y prevención de contaminación

Cuando se requiera, con el fin de impedir que las partículas del embalaje contaminen los alimentos, las operaciones de llenado y empaque deben efectuarse en zonas separadas, de tal forma que se brinde una protección al producto.

10) Almacenamiento, distribución, transporte y comercialización

I. Condiciones óptimas de bodega

Los almacenes o bodegas para almacenar los alimentos terminados deben mantenerse en condiciones higiénicas y ambientales apropiadas para evitar la descomposición o contaminación posterior de los alimentos envasados y empaquetados.

II. Control condiciones de clima y almacenamiento

Dependiendo de la naturaleza del alimento terminado, los almacenes o bodegas para almacenar los alimentos terminados deben incluir instrumentos para el control de temperatura y humedad que asegure la conservación de los mismos; también

debe incluir un programa sanitario que contemple un plan de limpieza, higiene y control de plagas.

III. Infraestructura de almacenamiento

Para la colocación de los alimentos deben utilizarse estantes o tarimas para evitar el contacto directo con el piso.

IV. Condiciones mínimas de manipulación y

Los alimentos serán almacenados alejados de la pared de manera que faciliten el libre ingreso del personal para el aseo y mantenimiento del local.

v. Condiciones y método de almacenaje

En caso que el alimento se encuentre en las bodegas del fabricante, se utilizarán métodos apropiados para identificar las condiciones del alimento como por ejemplo cuarentena, retención, aprobación, rechazo.

vi. Condiciones óptimas de frío

Para aquellos alimentos que por su naturaleza requieren de refrigeración o congelación, su almacenamiento se debe realizar de acuerdo a las condiciones de temperatura, humedad y circulación de aire que necesita dependiendo de cada alimento.

vii. Medio de transporte

El transporte de alimentos debe cumplir con las siguientes condiciones:

- a. Los alimentos procesados deben ser transportados manteniendo las condiciones higiénico-sanitarias y de temperatura establecidas para garantizar la conservación de la calidad del producto.
- b. Los vehículos destinados al transporte de alimentos procesados serán adecuados a la naturaleza del alimento y contruidos con materiales apropiados de tal forma que protejan al alimento de contaminación y efecto del clima.
- c. Para los alimentos procesados que por su naturaleza requieren conservarse en refrigeración o congelación, los medios de transporte deben poseer esta condición.
- d. El área del vehículo que almacena y transporta alimentos debe ser de material de fácil limpieza, y deberá evitar contaminaciones o alteraciones al alimento.
- e. No se permite transportar alimentos junto con sustancias consideradas tóxicas, peligrosas o que por sus características puedan significar un riesgo de contaminación física, química, microbiológica o de alteración de los alimentos.
- f. La empresa y distribuidor deben revisar los vehículos antes de cargar los alimentos con el fin de asegurar que se encuentren en buenas condiciones sanitarias.
- g. El propietario o el representante legal de la unidad de transporte, es el responsable del mantenimiento de las condiciones exigidas por el alimento durante su transporte.

viii. Condiciones de exhibición del producto

La comercialización o expendio de alimentos debe realizarse en condiciones que garanticen la conservación y protección de los mismos, para ello:

- a. Se dispondrá de vitrinas, estantes o muebles que permitan su fácil limpieza.
- b. Se dispondrá de los equipos necesarios para la conservación, como neveras y congeladores, para aquellos alimentos que requieran condiciones especiales de refrigeración o congelación.
- c. El propietario o representante legal del establecimiento de comercialización, es el responsable del mantenimiento de las condiciones sanitarias exigidas por el alimento para su conservación.

11) Del aseguramiento y control de calidad

I. Aseguramiento de calidad

Todas las operaciones de fabricación, procesamiento, envasado, almacenamiento y distribución de los alimentos deben estar sujetas a un sistema de aseguramiento de calidad apropiado. Los procedimientos de control deben prevenir los defectos evitables y reducir los defectos naturales o inevitables a niveles tales que no represente riesgo para la salud. Estos controles variarán dependiendo de la naturaleza del alimento y deben rechazar todo alimento que no sea apto para el consumo humano.

II. Condiciones mínimas de seguridad

El sistema de aseguramiento de la calidad debe, como mínimo, considerar los siguientes aspectos:

- a. Especificaciones sobre las materias primas utilizadas y producto terminado. Las especificaciones definen completamente la calidad de todos los alimentos procesados y de todas las materias primas con los cuales son elaborados y deben incluir criterios claros para su aceptación, liberación, retención o rechazo.
- b. Formulaciones de cada uno de los alimentos procesados especificando ingredientes y aditivos utilizados los mismos que deben ser permitidos y no sobrepasar los límites máximos establecidos dependiendo del tipo de producto.
- c. Documentación sobre la planta, equipos y procesos.

d. Manuales e instructivos, actas y regulaciones donde se describan los detalles esenciales de equipos, procesos y procedimientos requeridos para fabricar alimentos, así como el sistema almacenamiento y distribución, métodos y procedimientos de laboratorio; es decir que estos documentos deben cubrir todos los factores que puedan afectar la inocuidad de los alimentos.

e. Los planes de muestreo, los procedimientos de laboratorio, especificaciones y métodos de ensayo deben ser reconocidos oficialmente o validados, con el fin de garantizar o asegurar que los resultados sean confiables.

f. Se debe establecer un sistema de control de alérgenos orientado a evitar la presencia de alérgenos no declarados en el producto terminado y cuando por razones tecnológicas no sea totalmente seguro, se debe declarar en la etiqueta de acuerdo a la norma de rotulado vigente.

III. Laboratorio de control de calidad

Todos los establecimientos que procesen, elaboren o envasen alimentos, deben disponer de un laboratorio propio o externo para realizar pruebas y ensayos de control de calidad según la frecuencia establecida en sus procedimientos.

Se deben validar, a intervalos definidos por el fabricante, las pruebas y ensayos de control de calidad de acuerdo a lo establecido en los procedimientos de la planta, conforme su sistema de calidad, en un laboratorio acreditado por el SAE o un laboratorio que demuestre competencia técnica según la norma ISO/IEC 17025.

IV. Registro de control de calidad

Se debe llevar un registro individual escrito, el cual debe ser documentado, correspondiente a la limpieza y verificaciones de limpieza realizadas a los equipos, utensilios entre otros. Además, se debe contar con los certificados de calibración y mantenimiento preventivo de cada equipo e instrumento de medición utilizado en el proceso y en el laboratorio de control de calidad.

Se deben calibrar, por un organismo acreditado por SAE o quien ejerza sus funciones, los equipos e instrumentos de medición como mínimo una vez cada doce (12) meses de acuerdo a la frecuencia establecida en los procedimientos de la planta.

V. Métodos y proceso de aseo y limpieza

Los métodos de limpieza de la planta y equipos dependen de la naturaleza del proceso y alimento, al igual que la necesidad o no del proceso de desinfección. Para su fácil operación y verificación se debe:

a. Escribir los procedimientos a seguir, donde se incluyan los agentes y sustancias utilizadas, así como las concentraciones o forma de uso y los equipos e implementos requeridos para efectuar las operaciones. También debe incluir la periodicidad de limpieza y desinfección.

b. En caso de requerirse desinfección se deben definir los agentes y sustancias, así como las concentraciones, formas de uso, eliminación y tiempos de acción del tratamiento para garantizar la efectividad de la operación.

c. También se deben registrar las inspecciones de verificación después de la limpieza y desinfección, así como la validación de estos procedimientos.

VI. Control de plagas

Los planes de saneamiento deben incluir un sistema de control de plagas, entendidas como insectos, roedores, aves, fauna silvestre y otras que deben ser objeto de un programa de control específico, para lo cual se debe observar como mínimo lo siguiente:

a. El control puede ser realizado directamente por el personal de la empresa previamente capacitado o mediante un servicio externo de una empresa especializada en esta actividad;

b. Independientemente de quién realice el control, la empresa es la responsable por las medidas preventivas para que, durante este proceso, no se ponga en riesgo la inocuidad de los alimentos;

c. Lista de químicos que estén aprobados para ser utilizados en áreas específicas del establecimiento. Por principio, no se deben realizar actividades de control de roedores con agentes químicos dentro de las instalaciones de producción, envase, transporte y distribución de alimentos; sólo se usarán métodos físicos dentro de estas áreas. Fuera de ellas, se podrán usar métodos químicos, tomando todas las medidas de seguridad para que eviten la pérdida de control sobre los agentes usados;

d. Los resultados del control de plagas deben ser analizados para identificar las tendencias de comportamiento de las plagas.

12) Retiro de productos

Se debe poner en práctica sistemas que garanticen que los productos que no cumplen con los estándares o normas de seguridad alimentaria sean identificados, ubicados y retirados de todos los puntos necesarios de la cadena de suministro.

Se debe contar una lista de contactos claves en caso de retiro de productos. Si se retiran los productos debido a peligros inminentes de salud, se debe evaluar la seguridad de los demás productos que fueron elaborados bajo las mismas condiciones y se debe considerar la necesidad de una alerta pública.

ANEXO 2

BUENAS PRÁCTICAS PARA ESTABLECIMIENTOS DE ALIMENTACIÓN COLECTIVA (CONDICIONES SANITARIAS)

Anexo 7. Evaluación previa a la toma de muestras



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
LISTA DE VERIFICACIÓN PREVIA A LA CAPACITACIÓN A FRIGORÍFICOS DE LA
CIUDAD DE TULCÁN



Tema: "Determinación de *Salmonella* spp y *Escherichia coli* O157:H7 en bandejas de carne de pollo comercializadas en frigoríficos de la ciudad de Tulcán"

El riesgo potencial inherente de cada ítem se relaciona a la calidad e higiene del producto y del trabajador. Marcar la opción que se adapte a las condiciones del frigorífico.

Número del local: Fecha:

1. Dueño y empleado se lavan las manos después de ir al baño
SI
No
2. El mismo delantal se usa para diferentes actividades en el frigorífico
SI
No
3. El cabello está recogido con rededilla
SI
No
4. El personal usa mascarilla
SI
No
5. El personal usa guantes
SI
No
6. El personal usa reloj, pulsera o arellos
SI
No
7. Las carnes de diferentes especies se separan físicamente y exhiben en el mismo escaparate
SI
No
8. Los niveles en los que se encuentra la carne de pollo se visualizan limpios
SI
No
9. Se mantiene en refrigeración la carne cruda de pollo
SI
No
10. La temperatura de almacenamiento del pollo es de 0 a 5°C
SI
No
11. El personal que manipula la carne también manipula dinero
SI
No
12. El personal se ha capacitado en BPM
SI
No
13. ¿Cuántos años de experiencia tiene como vendedor en frigoríficos?
.....

Anexo 8. Evaluación posterior a la toma de muestras



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
LISTA DE VERIFICACIÓN POSTERIOR A LA CAPACITACIÓN A FRIGORÍFICOS DE LA
CIUDAD DE TULCÁN

Tema: "Determinación de *Salmonella* spp y *Escherichia coli* O157:H7 en bandejas de carne de pollo comercializadas en frigoríficos de la ciudad de Tulcán"

El riesgo potencial inherente de cada ítem se relaciona a la calidad e higiene del producto y del trabajador. Marcar la opción que se adapte a las condiciones del frigorífico.

Número del local: Fecha:

| 1. ¿Cuándo se lavan las manos los trabajadores? | Si | No | No aplica |
|---|----|----|-----------|
| Después de ir al baño | | | |
| Después de manipular alimentos crudos | | | |
| Después de sonarse la nariz | | | |
| Después de manejar basura | | | |
| Después de tocarse cualquier parte del cuerpo | | | |
| Después de cada descanso | | | |
| Después de manejar animales | | | |

Observación:

| 2. ¿Cómo almacenan la carne de pollo los trabajadores? | Si | No | No aplica |
|---|----|----|-----------|
| En refrigeración de 0 a 4°C | | | |
| Hay sobrecarga en las vitrinas | | | |
| Los alimentos crudos se almacenan debajo y aquellos listos para consumir en la parte superior | | | |
| Durante la recepción las bandejas se colocan directamente en el equipo de refrigeración. | | | |
| Los diferentes tipos de carnes se almacenan por separado | | | |

| 3. ¿Cómo utiliza el vestuario el personal del frigorífico? | Si | No | No aplica |
|---|----|----|-----------|
| Utiliza botas o calzado impermeable | | | |
| Utiliza mascarilla durante las actividades | | | |
| Utiliza redecilla para el cabello durante las actividades | | | |
| Utiliza el delantal impermeable en varias actividades del frigorífico | | | |
| Utiliza camisetas manga larga | | | |
| Utiliza guantes desechables | | | |
| Utiliza joyas como reloj, pulseras o anillos | | | |

4. ¿Los niveles de las vitrinas se encuentran limpios?

Si No

5. ¿El personal que manipula la carne también manipula dinero?

Si No

Anexo 9. Ejemplo de evaluación previa a la capacitación L1



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
LISTA DE VERIFICACIÓN PREVIA A LA CAPACITACIÓN A FRIGORÍFICOS DE LA
CIUDAD DE TULCÁN

Tema: "Determinación de *Salmonella* spp y *Escherichia coli* O157:H7 en bandejas de carne de pollo comercializadas en frigoríficos de la ciudad de Tulcán"

El riesgo potencial inherente de cada ítem se relaciona a la calidad e higiene del producto y del trabajador. Marcar la opción que se adapte a las condiciones del frigorífico.

Número del local:1..... Fecha: ..20/09/2023

1. Dueño y empleado se lavan las manos después de ir al baño
 Si
 No
2. El mismo delantal se usa para diferentes actividades en el frigorífico
 Si
 No
3. El cabello está recogido con redecilla
 Si
 No
4. El personal usa mascarilla
 Si
 No
5. El personal usa guantes
 Si
 No
6. El personal usa reloj, pulsera o anillos
 Si
 No
7. Las carnes de diferentes especies se separan físicamente y exhiben en el mismo escaparate
 Si
 No
8. Los niveles en los que se encuentra la carne de pollo se visualizan limpios
 Si
 No
9. Se mantiene en refrigeración la carne cruda de pollo
 Si
 No
10. La temperatura de almacenamiento del pollo es de 0 a 5°C
 Si
 No
11. El personal que manipula la carne también manipula dinero
 Si
 No
12. El personal se ha capacitado en BPM
 Si
 No
13. ¿Cuántos años de experiencia tiene como vendedor en frigoríficos?
...6.....

Anexo 10. Ejemplo de evaluación posterior a la capacitación L1



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
 FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
 LISTA DE VERIFICACIÓN POSTERIOR A LA CAPACITACIÓN A FRIGORÍFICOS DE LA
 CIUDAD DE TULCÁN

Tema: "Determinación de *Salmonella* spp y *Escherichia coli* O157:H7 en bandejas de carne de pollo comercializadas en frigoríficos de la ciudad de Tulcán"

El riesgo potencial inherente de cada ítem se relaciona a la calidad e higiene del producto y del trabajador. Marcar la opción que se adapte a las condiciones del frigorífico.

Número del local: ...1..... Fecha: ..6/10/2023..

1. ¿Cuándo se lavan las manos los trabajadores?

| | Si | No | No aplica |
|---|----|----|-----------|
| Después de ir al baño | X | | |
| Después de manipular alimentos crudos | | X | |
| Después de sonarse la nariz | | X | |
| Después de manejar basura | X | | |
| Después de tocarse cualquier parte del cuerpo | | X | |
| Después de cada descanso | X | | |
| Después de manejar animales | | | X |

Observación: Usaron toalla en lugar del lavado de manos / Prohibido moquetas.

2. ¿Cómo almacenan la carne de pollo los trabajadores?

| | Si | No | No aplica |
|---|----|----|-----------|
| En refrigeración de 0 a 4°C | X | | |
| Hay sobrecarga en las vitrinas | | X | |
| Los alimentos crudos se almacenan debajo y aquellos listos para consumir en la parte superior | X | | |
| Durante la recepción las bandejas se colocan directamente en el equipo de refrigeración. | X | | |
| Los diferentes tipos de carnes se almacenan por separado | X | | |

3. ¿Cómo utiliza el vestuario el personal del frigorífico?

| | Si | No | No aplica |
|---|----|----|-----------|
| Utiliza botas o calzado impermeable | X | | |
| Utiliza mascarilla durante las actividades | X | | |
| Utiliza redecilla para el cabello durante las actividades | X | | |
| Utiliza el delantal impermeable en varias actividades del frigorífico | X | | |
| Utiliza camisetas manga larga | X | | |
| Utiliza guantes desechables | | X | |
| Utiliza joyas como reloj, pulseras o anillos | | X | |

4. ¿Los niveles de las vitrinas se encuentran limpios?

Si ...X.... No

5. ¿El personal que manipula la carne también manipula dinero?

Si ...X.... No

Anexo 11. Proceso de determinación de *Salmonella* spp y *E. coli* O157:H7



Figura 1. Capacitación del uso del equipo Bax System X5



Figura 2. Respaldo de las muestras



Figura 3. Empacado de las muestras



Figura 4. Codificación de las muestras



Figura 5. Incubación de las muestras



Figura 6. Agitación y reposo de las muestras



Figura 7. Materiales para el proceso de lisis



Figura 8. Reactivo de lisis y muestras enriquecidas en tubos clúster



Figura 9. Hidratación de las pastillas del kit Salmonella



Figura 10. Pastillas completamente disueltas



Figura 11. Los pocillos se colocan en el termociclador

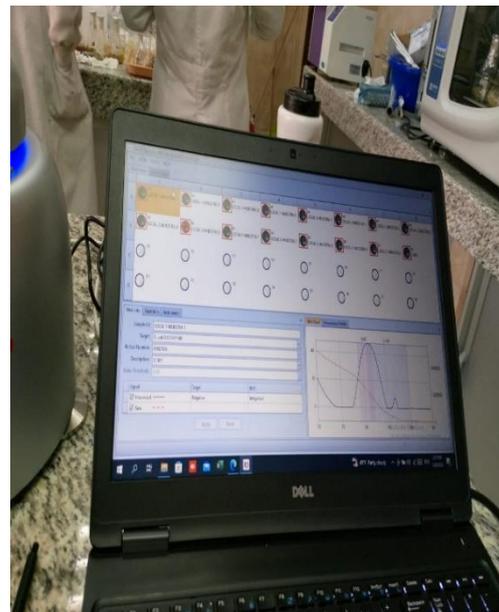


Figura 12. Proyección de los datos tras la corrida



Figura 13. Capacitación al frigorífico L1



Figura 14. Capacitación al frigorífico L2