

**ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA PARA EL MONITOREO Y CIERRE DE
NO CONFORMIDADES MICROBIOLÓGICAS EN AMBIENTES, SUPERFICIES Y
MANIPULADORES DEL ÁREA DE DESPOSTE EN UN FRIGORÍFICO DE LA
CIUDAD DE MANIZALES**

**ESMITH DEL CARMEN BASANTE BASTIDAS
IVANA SOFÍA FRANCO RODRÍGUEZ**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE MANIZALES
CENTRO DE INVESTIGACIÓN, PROYECCIÓN Y DESARROLLO
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN MICROBIOLOGÍA Y BIOTECNOLOGÍA
AGROINDUSTRIAL
ESPECIALIZACIÓN EN MICROBIOLOGÍA INDUSTRIAL
MANIZALES
2011**

**ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA PARA EL MONITOREO Y CIERRE DE
NO CONFORMIDADES MICROBIOLÓGICAS EN AMBIENTES, SUPERFICIES Y
MANIPULADORES DEL ÁREA DE DESPOSTE EN UN FRIGORÍFICO DE LA
CIUDAD DE MANIZALES**

**ESMITH DEL CARMEN BASANTE BASTIDAS
IVANA SOFÍA FRANCO RODRÍGUEZ**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:
Especialista en Microbiología Industrial**

**Directores:
EDUARDO JAVID CORPAS IGUARÁN
PAULA ANDREA HENAO**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE MANIZALES
CENTRO DE INVESTIGACIÓN, PROYECCIÓN Y DESARROLLO
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN MICROBIOLOGÍA Y BIOTECNOLOGÍA
AGROINDUSTRIAL
ESPECIALIZACIÓN EN MICROBIOLOGÍA INDUSTRIAL
MANIZALES**

2011

Nota de aceptación

Firma de Director del Trabajo de Grado

Firma del presidente del Comité de Programa

Firma de integrante del Comité de Programa

Manizales, 27 NOVIEMBRE de 2011

DEDICATORIA

Le dedicamos este triunfo principalmente a Dios por estar siempre con nosotras en los momentos más difíciles y a las personas que de alguna u otra manera estuvieron ahí para apoyarnos y comprendernos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos de ante mano a nuestros directores de este trabajo de grado: Eduardo Javid Corpas Iguarán y Paula Andrea Henao Carmona por su acompañamiento durante todo este proceso.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	157
1. OBJETIVOS.....	219
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	21
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	219
2. MARCO TEÓRICO.....	22
2.1 ATECEDENTES.....	22
2.2 LA CARNE.....	27
2.2.1 Composición física de la carne.....	27
2.2.2 Composición química de la carne.....	28
2.2.3 Composición nutricional de la carne.....	29
2.3 CENTRALES DE SACRIFICIO.....	30
2.3.1 Según la capacidad de sacrificio.....	30
2.3.1.1 Clase I.....	30
2.3.1.2 Clase II.....	30
2.3.1.3 Clase III.....	31
2.3.1.4 Clase IV.....	31
2.3.1.5 Mínimos.....	31
2.3.2 Según su infraestructura.....	31
2.3.2.1 Categoría I.....	31
2.3.2.2 Categoría II.....	31
2.3.3 Según el tipo de construcción.....	31
2.3.4 Según el grado de mecanización y producción.....	31
2.3.5 Según el radio de acción.....	32
2.3.6 Según el propietario.....	32
2.3.7 según el lugar geográfico.....	32
2.3.7.1 Mataderos Municipales.....	32

2.3.7.2 Mataderos Particulares.....	32
2.3.7.3 Mataderos Regionales.....	32
2.4 LEGISLACIÓN PARA CENTRALES DE SACRIFICIO.....	32
2.4.1 Código sanitario nacional.....	32
2.4.2 Decreto 2278 del 02 de agosto de 1982.....	33
2.4.3 decreto 1036 del 18 de abril de 1991.....	33
2.4.4 Decreto 3075 de diciembre de 1997.....	33
2.4.5 Resolución número 2905 de 2007.....	33
2.4.6 Decreto 1500 de 2007.....	33
2.5 ETAPAS DE SACRIFICIO Y TRANSPORTE.....	33
2.5.1 Recepción del ganado.....	33
2.5.2 Conducción.....	34
2.5.3 Pesaje.....	34
2.5.4 Reposo.....	34
2.5.5 Baño externo.....	34
2.5.6 Insensibilidad o aturdimiento.....	34
2.5.7 Izado.....	34
2.5.8 Sangría.....	34
2.5.9 Separación de las manos.....	34
2.5.10 Inicio de desuello.....	34
2.5.11 Separación de los cuernos.....	34
2.5.12 Separación de la cabeza.....	35
2.5.13 Transferencia.....	35
2.5.14 Ligación del recto.....	35
2.5.15 Desollado dorsal y final.....	35
2.5.16 Corte del esternón.....	35

2.5.17 Separación de víscera blanca y órganos genitales.....	35
2.5.18 Separación de la víscera roja.....	35
2.5.19 División de la canal.....	35
2.5.20 Clasificación.....	35
2.5.21 Pesaje de canales.....	35
2.5.22 Refrigeración y transporte de la carne.....	36
2.6 PRINCIPIOS EN LOS QUE SE BASAN LA ALTERACIÓN DE LA CARNE.....	36
2.6.1 Tipo y número de microorganismos contaminantes y diseminación de los mismos en la carne.....	36
2.6.2 Propiedades físicas de la carne.....	36
2.6.3 Propiedades químicas de la carne.....	36
2.6.4 Disponibilidad de oxígeno.....	37
2.6.5 Temperatura.....	37
2.6.6 Características fisicoquímicas de la carne.....	37
2.7 BACTERIAS COLIFORMES.....	38
2.7.1 Coliformes Totales.....	38
2.7.2 <i>Escherichia coli</i>	38
2.8 CARGA MICROBIOLÓGICA Y ALTERACIÓN DE LA CARNE.....	40
2.9 CONTAMINACIÓN.....	41
2.9.1 Higiene personal y manipulación higiénica de los alimentos.....	42
2.9.2 Higiene de los alimentos.....	42
2.9.3 Equipo.....	43
2.9.4 Operario.....	43
2.9.5 Aire y agua.....	43
2.10 REFRIGERACIÓN.....	44

2.11 PRINCIPIOS PARA EL ESTABLECIMIENTO Y LA APLICACIÓN DE CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS PARA LOS ALIMENTOS.....	44
2.11.1 Criterio microbiológico.....	44
2.11.2 Fines y aplicación de los criterios microbiológicos para los alimentos.....	44
2.11.3 Aplicación por parte de los organismos de reglamentación.....	45
2.11.4 Aplicación por parte de los empresarios del sector alimentario.....	45
2.11.5 Límites microbiológicos.....	45
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	47
3.1 TIPO DE ESTUDIO.....	47
3.2 UBICACIÓN.....	47
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	47
3.4 DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO MUESTREAL.....	47
3.4.1 Tamaño muestral.....	47
3.5 TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS.....	48
3.5.1 Materiales, equipos y medios.....	48
3.5.2 Fundamento del método y los medios de cultivo empleados.....	48
3.5.2.1 Método del recuento de coliformes totales y <i>E. coli</i>	48
3.5.2.2 Caldo Lethen.....	48
3.5.2.3 Agar Cromocult.....	48
3.5.3 Procedimiento.....	49
3.5.3.1 Análisis de ambientes.....	49
3.5.3.2 Análisis de superficies.....	49
3.5.3.3 Análisis de manipuladores.....	50
3.6 ESTABLECIMIENTOS DE INTERVALOS DE TOLERANCIA PARA AMBIENTES, SUPERFICIES Y MANIPULADORES EN EL ÁREA DE DESPOSTE BOVINO QUE PERMITAN INDICAR LOS LÍMITES DE SOBREPASO EN EL RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES.....	50

3.6.1 Intervalos de tolerancia.....	50
3.7 IDENTIFICAR LOS PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL EN EL ÁREA DE DESPOSTE DE BOVINOS Y LAS CONDICIONES QUE TRANSVERSALIZAN EL PROCESO DE DESPOSTE SUSCEPTIBLES DE FAVORECER LA CONTAMINACIÓN CRUZADA.....	51
3.7.1 Caracterizar las condiciones que transversalizan los procesos de producción dentro del área de desposte.....	51
3.7.2 Aplicación de un esquema de puntos críticos microbiológicos en el proceso de desposte.....	51
3.8 DESARROLLAR LOS PROCEDIMIENTOS PARA EL MONITOREO Y CIERRE DE NO CONFORMIDADES MICROBIOLÓGICAS EN LOS AMBIENTES, SUPERFICIES Y MANIPULADORES DEL ÁREA DE DESPOSTE BOVINO, TENIENDO EN CUENTA LAS CONDICIONES QUE TRANSVERSALIZAN EL PROCESO.....	52
3.8.1 Desarrollo de árboles de decisión activables al sobrepaso de los límites establecidos para el recuento de coliformes.....	52
3.8.2 Plan de mejora para la prevención de eventos de contaminación por coliformes en el área de desposte.....	52
4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53
4.1 ESTABLECIMIENTO DE INTERVALOS DE TOLERANCIA PARA AMBIENTES, SUPERFICIES Y MANIPULADORES EN EL ÁREA DE DESPOSTE BOVINO QUE PERMITAN INDICAR LOS LÍMITES DE SOBREPASO EN EL RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES.....	53
4.1.1 Intervalos en ambientes.....	63
4.1.2 Intervalos en superficies.....	64
4.1.3 Intervalos en manipuladores.....	65
4.2 IDENTIFICAR LOS PUNTOS CRÍTICOS.....	66
4.2.1 Caracterización de las condiciones que transversalizan el proceso....	66
4.2.1.1 Clasificación de los ambientes, superficies y manipuladores en niveles de probabilidad de ocurrencia.....	66
4.2.1.2 Aplicación de la lista de verificación en el área de desposte de la empresa.....	68
4.2.1.2.1 Condiciones de mayor cumplimiento.....	68

4.2.1.2.2 Condiciones de menor cumplimiento.....	69
4.2.1.2.3 Clasificación de los hallazgos de contaminación según su origen..	71
4.2.2 Establecimiento de un esquema de puntos críticos microbiológicos en el proceso de desposte.....	72
4.3 DESARROLLAR LOS PROCEDIMIENTOS PARA EL MONITOREO Y CIERRE DE NO CONFORMIDADES MICROBIOLÓGICAS EN LOS AMBIENTES, SUPERFICIES Y MANIPULADORES DEL ÁREA DE DESPOSTE BOVINO, TENIENDO EN CUENTA LAS CONDICIONES QUE TRANSVERSALIZAN EL PROCESO.....	75
4.3.1 Procedimiento de cierre de no conformidad - Análisis de ambientes.	75
4.3.2 Procedimiento de cierre de no conformidad - Análisis de manipuladores.....	78
4.3.3 Procedimiento de cierre de no conformidad - Análisis de superficies de cuchillos y chairas.....	80
4.3.4 Procedimiento de cierre de no conformidad - Análisis de superficies de mesas de teflón.....	82
4.3.5 Procedimiento de cierre de no conformidad - Análisis de petos metálicos y sierra costilla.....	84
4.3.6 Procedimiento de cierre de no conformidad - Análisis de superficie de la banda transportadora.....	86
4.3.7 Procedimiento de cierre de no conformidad - Análisis de superficie de mesa circular y soporte de bolsa.....	88
4.4 PLAN DE MEJORA PARA LA PREVENCIÓN DE EVENTOS DE CONTAMINACIÓN POR COLIFORMES EN EL ÁREA DE DESPOSTE....	89
4.4.1 Seguimiento futuro del proceso.....	89
4.4.2 Análisis causa - efecto.....	90
CONCLUSIONES	91
RECOMENDACIONES.....	92
BIBLIOGRAFÍA.....	9593

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Agentes etiológicos probablemente implicados con la presentación de brotes de ETA, semanas epidemiológicas 1-53. Colombia, 2009.....	25
Tabla 2. Recuento de coliformes totales y <i>E.coli</i> realizados en los ambientes para el establecimiento de intervalos de tolerancia	53
Tabla 3a. Recuento de coliformes totales y <i>E.coli</i> realizados en las superficies para el establecimiento de intervalos de tolerancia	54
Tabla 3b. Recuento de coliformes totales y <i>E.coli</i> realizados en las superficies para el establecimiento de intervalos de tolerancia.	55
Tabla 4. Recuento de coliformes totales y <i>E.coli</i> realizados en los manipuladores para el establecimiento de intervalos de tolerancia.	56
Tabla 5. Eliminación de datos atípicos para el recuento de coliformes totales en ambientes.	57
Tabla 6a. Eliminación de datos atípicos para el recuento de coliformes totales en superficies.....	58
Tabla 6b. Eliminación de datos atípicos para el recuento de coliformes totales en superficies.....	59
Tabla 6c. Eliminación de datos atípicos para el recuento de coliformes totales en superficies.....	60
Tabla 7. Eliminación de datos atípicos para el recuento de coliformes totales en manipuladores.....	61
Tabla 8. Dispersión de los datos con respecto a la media en los análisis de ambientes.....	62
Tabla 9. Dispersión de los datos con respecto a la media en los análisis de superficies.....	62
Tabla 10. Dispersión de los datos con respecto a la media en los análisis de manipuladores.....	63
Tabla 11. Intervalos de tolerancia establecidos a partir de los análisis en ambientes.....	63
Tabla 12. Intervalos de tolerancia establecidos a partir de los análisis de superficies.....	65
Tabla 13. Intervalos de tolerancia establecidos a partir de los análisis de manipuladores.....	66
Tabla 14. Condiciones generales obtenidas a partir del establecimiento de intervalos de tolerancia en el área de desposte bovino.....	66
Tabla 15. Lista de chequeo para determinar condiciones de contaminación en el proceso de desposte.....	89
Tabla 16. Análisis causa efecto de las condiciones promotoras de eventos de contaminación identificadas.....	90

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de alimentos probablemente implicados en la ocurrencia de brotes de ETA, 2009.	¡Error! Marcador no definido.3
Figura 2. Factores de riesgo implicados en brotes ETA, Colombia 2009..	¡Error! Marcador no definido.4
Figura 3. Características macroscópicas de las colonias de coliformes totales y <i>E. coli</i>	49
Figura 4. Frecuencia de desviación de datos atípicos teniendo en cuenta la probabilidad de ocurrencia.....	68
Figura 5. Cumplimientos de las condiciones de verificación a partir de aplicación del check list en la empresa.....	68
Figura 6. Condiciones de mayor cumplimiento en la empresa a partir de la aplicación del check list.....	69
Figura 7. Condiciones de menor cumplimiento en la empresa a partir de la aplicación del check list.....	69
Figura 8. Clasificación de las condiciones promotoras de procesos de contaminación microbiológica según su origen.....	72
Figura 9. Árbol de decisiones para la identificación de puntos críticos de control..	73
Figura 10. Flujograma para el cierre de no conformidades por sobrepaso de los límites establecidos para el recuento de coliformes en ambientes.....	77
Figura 11. Flujograma para el cierre de no conformidades por sobrepaso de los límites establecidos para el recuento de coliformes en manipuladores.....	79
Figura 12. Flujograma para el cierre de no conformidades por sobrepaso de los límites establecidos para el recuento de coliformes en las superficies de cuchillo y chaira.....	81
Figura 13. Flujograma para el cierre de no conformidades por sobrepaso de los límites establecidos para el recuento de coliformes en la superficie mesa de teflón.....	83
Figura 14. Flujograma para el cierre de no conformidades por sobrepaso de los límites establecidos para el recuento de coliformes en las superficies de petos metálicos y sierra costilla.....	85
Figura 15. Flujograma para el cierre de no conformidades por sobrepaso de los límites establecidos para el recuento de coliformes en la superficie de la banda transportadora.....	87
Figura 16. Flujograma para el cierre de no conformidades por sobrepaso de los límites establecidos para el recuento de coliformes en la mesa circular y el soporte de bolsas.....	88

RESUMEN

Para el establecimiento del sistema de monitoreo y cierre de no conformidades se implementaron intervalos de tolerancia a partir del análisis de tres ambientes, ocho superficies y dos manipuladores en el área de desposte, considerados de implicación directa hacia la calidad microbiológica del producto. Posteriormente se caracterizaron las condiciones que transversalizan el proceso, se aplicó el análisis de puntos críticos a las fases del desposte, se diseñaron flujogramas para el cierre de no conformidades microbiológicas a partir de la adopción de medidas específicas aplicables a cada tipo de análisis, y se desarrolló un plan de mejora para la prevención de eventos de contaminación por coliformes en el área de desposte, como estrategia complementaria para evitar la contaminación cruzada y favorecer la inocuidad del producto.

La aplicación del árbol de decisiones denotó la inexistencia de PCC a través del proceso de desposte, evidenció la necesidad de hacer modificaciones en el procedimiento de limpieza y desinfección de la banda transportadora, para evitar contaminación durante su contacto con el producto a partir de focos ocultos. Los resultados indicaron que la contaminación cruzada en el área de desposte de la empresa tiene como origen primordial, aspectos ligados a la aplicación correcta de los procesos de limpieza y desinfección, por lo cual, se recomendó el desarrollo de procesos de sensibilización para los operarios del área de desposte.

Palabras claves: Área de desposte, Coliformes totales, Intervalos de tolerancia, No conformidades.

INTRODUCCION

Las Enfermedades Transmitidas por Alimentos –ETA- constituyen un problema mundial, que en las últimas décadas se ha complicado por factores asociados a cambios globales. Entre estos cambios se pueden señalar el crecimiento de la población, la pobreza, la urbanización en los países subdesarrollados, la aparición de nuevos agentes causantes de ETA o nuevos mutantes con una mayor patogenicidad, la globalización del comercio de alimentos lo cual permite que los alimentos producidos en un país se vendan y consuman en todo el mundo. Esto significa que un producto alimentario contaminado puede causar brotes de enfermedad en muchos países al mismo tiempo (Instituto Nacional de salud, 2007). En Latinoamérica, existen factores que contribuyen a la prevalencia de enfermedades transmitidas por alimentos tales como la ausencia de programas integrados de protección de alimentos, la infraestructura inadecuada para el almacenamiento y distribución, las deficiencias en el saneamiento, factores culturales que influyen en la preparación de los mismos y, falta de información adecuada en la población sobre medidas para disminuir el riesgo de adquirir una ETA (Protocolo de Vigilancia en Salud pública, 1994).

En Colombia, hasta el primer semestre de 1999 las ETA fueron captadas como casos individuales a través del formato SIS12 (como infecciones alimentarias). Entre 1991 y 1998 se reportaron a través del SIS12 un total de 21.443 casos individuales, observando que el grupo de edad más afectado es el de 15 a 44 años, que corresponde a una población económicamente activa por consumir alimentos fuera del hogar (Secretaría distrital de salud de Bogotá, 1994). Una de las principales causas de las ETA es la contaminación de la carne que puede darse en casi todas las operaciones del sacrificio, despiece, procesado, almacenamiento y distribución, cuyo origen de la contaminación es muy diverso, puede darse por contacto de la carne con la piel de los animales, contenido entérico, etc. También los manipuladores, las superficies, los materiales de trabajo, y el equipo empleado en cada una de las etapas posibilitan la contaminación cruzada. (Angel E. Caballero Torres, Temas de Higiene de los Alimentos, 2008)

La mayor parte de los alimentos y productos alimenticios están sujetos a los ataques de los microorganismos, apareciendo contaminados por diversos organismos presentes en la cadena de las operaciones de producción. La carne fresca por su contenido nutricional y su alto valor de actividad de agua (Aw) está considerada dentro del grupo de los alimentos altamente perecederos, al igual que la mayoría de los productos elaborados con ella; sin embargo, de acuerdo a sus características particulares, el tipo de microorganismo presente puede variar (Instituto Internacional del Frío, Alimentos Congelados Procesados y Distribución, 1990). La intensidad con la que la carne es una fuente de microorganismos patógenos depende del grado de contaminación del sacrificio y en las operaciones posteriores así como en la intensidad de la multiplicación si se produce, durante el almacenamiento. Es por este motivo que se hace necesario establecer un sistema

para el monitoreo y cierre de no conformidades microbiológicas en ambientes, superficies y manipuladores en el área de desposte en un frigorífico de Manizales para de esta manera establecer pautas de comparación en la toma de decisiones, poder minimizar riesgos alimentarios y ofrecer un producto competitivo que cumpla con los estándares de calidad requeridos.

Cabe resaltar que la mayor parte del mercado aún prefiere la carne fresca, sin proceso de maduración, y no distingue cortes, ni diferencia calidades, no sólo por razones eminentemente culturales, sino también por falta de capacidad para asumir el mayor costo de una calidad que no ha aprendido a percibir para exigirla, como tampoco la exigen las autoridades responsables de velar por la inocuidad de alimentos y la salud pública (FEDEGAN, Plan estratégico de la ganadería colombiana 2019, 2006).

Desde siempre se sabe que los alimentos son transmisores de enfermedades infecciosas y a pesar de que existe mayor información acerca de los microorganismos y su accionar, las ETAS siguen teniendo gran incidencia para la salud pública.

La aparición de nuevos patógenos ha causado gran interés por los consumidores al exigir alimentos cada vez más seguros, además la diseminación microbiana destruye grandes cantidades de alimentos, causando problemas económicos y una considerable pérdida de nutrientes.

En todo control microbiológico de calidad destacan dos aspectos:

- Calidad Higiénico – Sanitaria: se realiza con el fin de evitar la proliferación de microorganismos patógenos causantes de enfermedades en el Hombre-
- Calidad Comercial: Pretende evitar pérdidas de cosechas y productos por la presencia de microorganismos que alteren alimentos aunque no sean patógenos.

La pérdida de calidad de un producto por la presencia de microorganismos que la alteren ha sido importante para la Industria, quien se ha interesado en conocer la calidad microbiológica de sus productos, materias primas, elaboración y en el producto final; eso ha permitido aumentar la vida útil de los productos y el aseguramiento de la calidad.

El sistema de Análisis de riesgos y puntos críticos de control (HACCP) es un enfoque científico para tratar el control del proceso. Está diseñado para prevenir la incidencia de problemas al asegurar la aplicación de controles en cualquier punto de un sistema de producción de alimentos donde pudieran surgir situaciones riesgosas o críticas. Los riesgos o peligros incluyen la contaminación biológica, química o física de los productos alimenticios (U.S. Department of Agriculture, Food Safety and Inspección Service (FSIS), Modelo HACCP general para productos cárnicos y avícolas no percederos, sin tratamiento térmico, 1999).

La carne es un alimento potencialmente peligroso cuando experimenta crecimiento bacteriano rápido si se almacena a temperaturas inadecuadas. Tanto la refrigeración adecuada, como el cocinado y almacenamiento, así como el recalentamiento son importantes para controlar las bacterias, igualmente la higiene personal y la desinfección en general, son importantes para evitar la dispersión de las bacterias (Timothy C. Jackson, *et al.*, 2001). El deterioro de los alimentos por los microorganismos ocasiona pérdidas, es costoso y puede influir negativamente en el comercio y la confianza de los consumidores; por consiguiente, es imprescindible un control eficaz de la higiene, a fin de evitar los daños ocasionados por los alimentos y por el deterioro de los mismos, para la salud y la economía (Codex Alimentarius).

Por otro lado, es importante resaltar que Colombia tiene la necesidad de conquistar nuevos mercados ya que, la exportación Colombiana de carne bovina se realiza principalmente a países como Venezuela 94,18% , Antillas Holandesas 5,43%, Guyana Francesa 0,27%, Antigua y Barbuda 0,12% (Ministerio de Agricultura, 2005). Por ello, la utilización del sistema Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP) en la producción animal se ha venido llevando a cabo debido a los cambios internacionales y a las demandas del consumidor, por la obtención de alimentos saludables, de buen gusto y garantizando el bienestar animal y del ambiente. Actualmente, la producción está basada en la calidad más que en cantidad por el mismo hecho que los fabricantes requieren que sus productos sean más competitivos y orientados a las altas necesidades de los consumidores principalmente la salud y bienestar de los mismos. Ante estas demandas, la implementación de un sistema HACCP para la industria de los cárnicos se convierte en una metodología esencial para alcanzar las expectativas y los estándares de calidad, con el propósito de cautivar nuevos mercados; es por esto, que el establecimiento de intervalos de tolerancia y en general las actividades tendientes al control y verificación de la inocuidad en los procesos, favorecen significativamente al cierre de no conformidades microbiológicas y al sistema de monitoreo y verificación en los programas HACCP que se llevan a cabo no solamente por lo cambios internacionales, el mercado, la búsqueda de un precio justo sino también por la disminución de las preocupaciones en relación a la sanidad que están implícitas en la cadena de producción.

Por otro lado, en los países donde se ha implementado la inspección obligatoria y sistemática de la carne y este clásico procedimiento de aseguramiento en el beneficio y las crecientes reglas para las medidas de sanidad, buscan incrementar los estándares de higiene durante el faenado, procesamiento de la carne, almacenamiento y distribución y han llevado a una remarcada disminución de las enfermedades alimentarias transmitidas por la carne. Sin embargo, aunque la inspección de la carne y la higiene de los alimentos se han considerado como

suficiente para mantener la inocuidad de la carne por casi 100 años, los nuevos acercamientos a la sanidad de los alimentos y la calidad de la carne se han vuelto necesarios (Fernández Jorge, *et al.*, 2003).

Es importante destacar que existe una serie de normas que protegen el bienestar de los consumidores y que es indispensable el cumplimiento de cada uno de los parámetros, tal es el caso de el decreto 1500 de mayo de 2007 que hace referencia a la inspección, vigilancia y control de la carne; el decreto 3075 de 1997 donde se establecen las condiciones higiénico-sanitarias de manipuladores, instalaciones, requisitos de fabricación, etc.; el decreto 2278 de 1982 que es claro frente al sacrificio de animales de abasto público o para consumo humano y el procesamiento, transporte y comercialización de su carne. De acuerdo a esta normatividad, su propósito está enmarcado en el cumplimiento hacia el aseguramiento de la calidad en todos sus procesos y más aún en las exigencias microbiológicas establecidas, y que la empresa objeto de estudio requiere para el establecimiento de los intervalos de tolerancia, tanto para minimizar los riesgos como para la toma de decisiones.

El objeto de establecer un sistema para el monitoreo y cierre de no conformidades microbiológicas en ambientes, superficies y manipuladores en el área de desposte de un frigorífico de la ciudad de Manizales, es precisamente un sistema en el que abarca la identificación de puntos críticos en cada etapa y las condiciones que favorecen la contaminación cruzada, así como el monitoreo de no conformidades microbiológicas en ambientes, superficies y manipuladores en el proceso de desposte, dado que pueden ser causantes de contaminación hacia las canales que ya han sido higienizadas previamente a estas operaciones; y por último, el establecimiento de intervalos de tolerancia para ambientes, superficies y manipuladores del área de desposte, que finalmente le servirá a la empresa a implantar las prevenciones o en su defecto, las acciones a tomar frente a las no conformidades que se puedan presentar durante las etapas del proceso y, de esta manera contribuir eficazmente al sistema HACCP y poder brindar un producto inocuo a los consumidores mediante el cumplimiento de la normatividad microbiológica.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Establecer un sistema para el monitoreo y cierre de no conformidades microbiológicas en ambientes, superficies y manipuladores del área de desposte en un frigorífico de la ciudad de Manizales.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer intervalos de tolerancia para ambientes, superficies y manipuladores en el área de desposte bovino que permitan indicar los límites de sobrepaso en el recuento de coliformes totales.
- Identificar los puntos críticos de control en el área de desposte de bovinos y las condiciones que transversalizan el proceso de desposte susceptible de favorecer la contaminación cruzada.
- Desarrollar los procedimientos para el monitoreo y cierre de no conformidades microbiológicas en los ambientes, superficies y manipuladores del área de desposte bovino, teniendo en cuenta las condiciones que transversalizan dicho proceso.

2. MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES

La producción nacional de carne de res en toneladas (equivalente canal) en 2008 fue de 911.000 toneladas y las exportaciones de carne y ganado en pie estuvieron en el orden de US\$ 750 millones, casi todas destinados al mercado de Venezuela. Entre 2002 y 2008 ha aumentado la oferta de carne en más de 141.000 t, con una tasa de crecimiento anual de 2.4%.

El consumo de carnes en Colombia (res, pollo y cerdo) presentó un crecimiento entre 1990 y 2007 al pasar de 37.5 kg/habitante/año a 43.4 kg/habitante/año.

En Colombia se tienen identificadas 1728 plantas de beneficio, estadística obtenida como resultado del proceso de inscripción de las mismas en el marco del Decreto 1500 de 2007. Del total de plantas inscritas, 716 corresponden a Plantas de Beneficio de Bovinos y 108 a Plantas de Desposte Bovino; de esta manera, 11 de ellas están categorizadas como Clase I contando con Inspección permanente por parte del INVIMA y 17 plantas categorizadas como Clase II, el resto corresponden se encuentran clasificadas como III, IV y mínimas.

La inocuidad de los productos obtenidos del beneficio de los animales se deriva de la infraestructura, los procesos operativos y los sistemas de aseguramiento de calidad aplicados en las plantas de beneficio. Las cifras de la Contraloría General de la República muestran que la gran mayoría de las plantas presentan incumplimientos a la normatividad sanitaria y ambiental que les atañe.

Los limitantes de este eslabón son: baja escala de operación en la mayoría de las plantas de sacrificio; alta dispersión geográfica de las plantas; concentración del sacrificio en zonas de consumo y no de producción; bajo nivel de capacitación del personal empleado en las plantas; escasa implementación de sistemas automatizados de control de producción y trazabilidad; bajo nivel de actualización tecnológica en el proceso de beneficio; y debilidad en la inspección oficial debido a la carencia de recursos humanos y técnicos.

Las enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA) constituyen el problema de salud pública más extendido en el mundo, por lo que es necesario mantener una vigilancia epidemiológica de éstas para aplicar medidas oportunas que permitan su control y prevención bajo este panorama, la responsabilidad de asegurarse que los alimentos sean inocuos y aptos para el consumo humano (Grillo Rodríguez, *et, al.*, Revista Cubana Aliment Nutr, 1996).

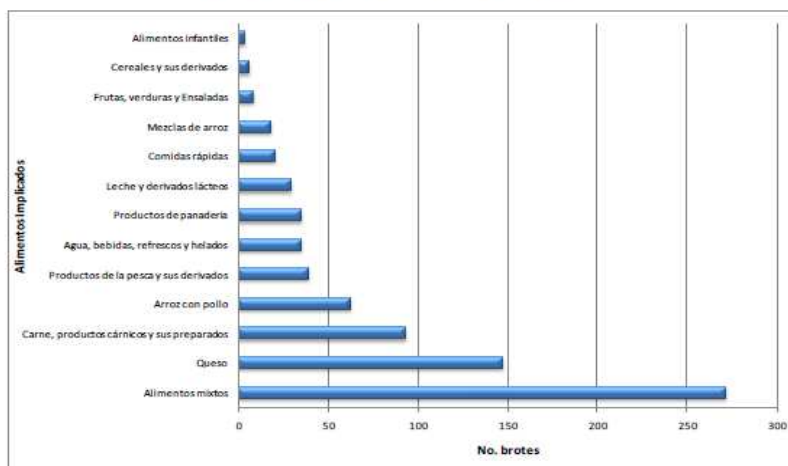
La región latinoamericana ha experimentado al menos 6000 brotes de diversos tipos de enfermedades de origen alimentario entre 1993 y 2002, según las cifras ofrecidas por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS). Estos brotes, junto a un número mayor todavía de casos aislados de enfermedades provocadas por los alimentos o el agua, causaron en la región unas 57000 muertes en 2004.

Sin embargo, esta estimación se encuentra todavía muy por debajo de la incidencia real del problema, según los expertos. Se notificaron al sistema nacional de vigilancia, por archivos planos, 13161 casos de Enfermedades Transmitidas por Alimentos, involucrados en 899 brotes, comparado con el mismo periodo del año 2008, donde se notificaron 8348 casos, se observa un incremento del 36,5% en la notificación al sistema de vigilancia.

De las 36 unidades Departamentales y Distritales, el 94,4% notificaron casos de ETA al Sivigila, el Distrito de Bogota (142 brotes) y Antioquia (110 brotes) fueron los mayores notificadores, seguidos de Huila y sucre con 61 brotes y Nariño con 52 brotes. Del grupo de edad que presento la mayor incidencia de ETA fue el de 15 a 44 años (49.8%), lo cual corresponde a 6555 casos, seguido por el grupo de 5 a 14 años (32,8%) con 4312 casos.

Los alimentos probablemente más implicados en la ocurrencia de los brotes de ETA fueron: Alimentos Mixtos (272 brotes), seguido de Queso (147 brotes), carnes, productos carnicos y sus derivados (93 brotes) y arroz con pollo (62 brotes) (Instituto Nacional de Salud, 2010).

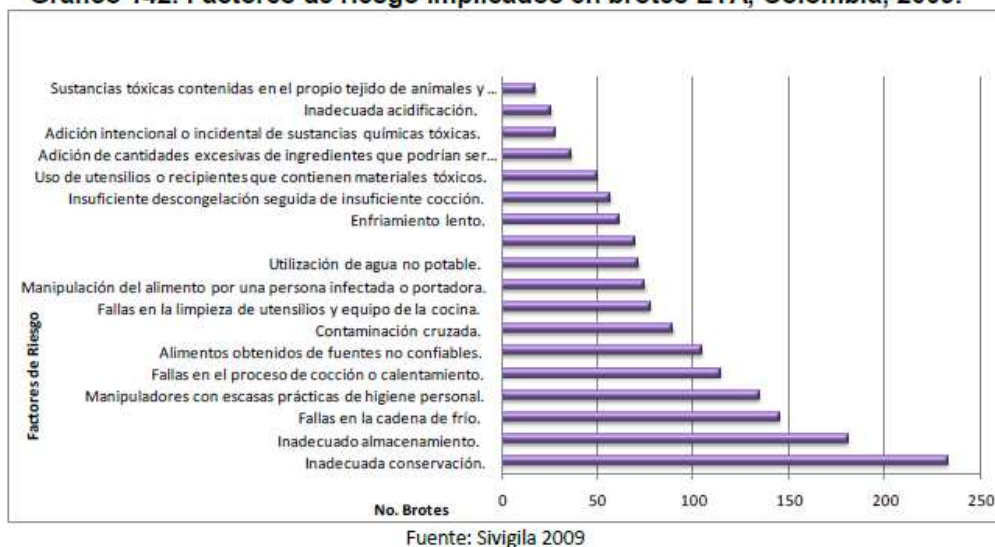
Gráfico 140. Distribución de alimentos probablemente implicados en la ocurrencia de brotes de ETA, 2009.



Fuente: Sivigila 2009

La inadecuada conservación (234 brotes), inadecuado almacenamiento (181 brotes), fallas en la cadena de frío (146 brotes) y manipuladores con escasa higiene personal (135 brotes), se constituye como los factores de riesgo más identificados en la presentación de brotes de ETA en Colombia.

Gráfico 142. Factores de riesgo implicados en brotes ETA, Colombia, 2009.



Los agentes etiológicos más frecuentes detectados en muestras biológicas, restos de alimentos, superficies y manipuladores de alimentos, procedentes de brotes de ETA fueron: Coliformes fecales, Coliformes totales, *Estafilococo aureus coagulasa positivo* y *Salmonella ssp.*

Tabla 55. Agentes etiológicos probablemente implicados en la presentación de brotes de eta, semanas epidemiológicas 1- 53. Colombia, 2009

AGENTE PATÓGENO	MUESTRA				TOTAL
	BIOLÓGICAS	ALIMENTOS	SUPERFICIES	MANIPULADORES	
Coliformes fecales	26	60	7	4	97
<i>Estafilococo Aureus coagulasa positivo</i>	5	74	8	7	94
Coliformes totales	4	74	6	3	87
<i>E. coli</i>	26	36	6	5	73
<i>Salmonella ssp</i>	18	34	0	1	53
<i>Bacillus cereus</i>	1	11	6	0	18
otros	7	7	1	1	16
Mohos y levaduras	4	3	2	1	10
<i>E. histolytica</i>	5	2	0	2	9
<i>Salmonella Paratyphi</i>	2	6	0	0	8
Bacillos Gram Positivos	0	6	0	0	6
<i>Salmonella Thyphi</i>	3	2	0	0	5
Organofosforados y carbamatos	0	5	0	0	5
<i>Shigella ssp</i>	3	1	0	0	4
<i>Listeria monocytogenes</i>	0	3	0	0	3
Peróxido de hidrógeno	0	3	0	0	3
<i>Giardia</i>	2	0	0	1	3
<i>Proteus ssp</i>	0	3	0	0	3
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	0	3	0	0	3
<i>Endolimax nana</i>	2	0	0	0	2
<i>Ballantidium coli</i>	1	0	0	0	1
<i>Entamoeba coli</i>	1	0	0	0	1
<i>Taenia saginata</i>	1	0	0	0	1
Esporas <i>Clostridium sulfito reductor</i>	0	1	0	0	1
Rotavirus	1	0	0	0	1
<i>Enterobacter cloacae</i>	1	0	0	0	1
<i>Enterobacter aerogenes</i>	1	0	0	0	1
<i>Streptococo ssp</i>	0	0	0	1	1
Glutamato	0	1	0	0	1
Total	114	335	36	26	511

Fuente: Sivigila, INS 2009

En la revista científica Maracaibo Volumen 9 N°2 de marzo de 2009, un artículo sobre la caracterización de aislados de *E. Coli* 0157:H7 en canales de bovinos y porcinos mediante PCR de un total de 18 aislados, las diferencias encontradas en el número de canales positivas para los genes caracterizados no fueron estadísticamente significativas, y los resultados señalan que *E.Coli* 0157:H7 puede ser encontrada en ambos tipos de canal, representando un riesgo para la salud, por lo que se deben tomar medidas más estrictas de higiene y manejo para evitar que canales que no cumplan con el carácter de inocuidad lleguen a los consumidores finales (Gallegos Miguel, *et, al.*, Revista Maracaibo, 2009).

En la revista Argentina de Microbiología volumen 38 N°1, ciudad Autónoma de Buenos Aires, enero – marzo de 2006, detectaron la presencia de *E.Coli* en carne picada fresca y hamburguesas de muestras obtenidas en puntos de venta de cadenas de supermercados y se aislaron genotípicamente y fenotípicamente para aislar la *E.Coli* 0157:H7. La *E.Coli* productora de toxina Shiga (STEC) es un patógeno emergente asociado a enfermedades transmitidas por alimentos, que puede causar enfermedades severas en el hombre como colitis hemorrágica (CH), síndrome urémico hemolítico (SUH) y púrpura trombocitopénica trombótica. Las cepas STEC producen potentes cito-toxinas denominadas toxinas Shiga (previamente conocidas como verotoxinas) Stx1, Stx2 y variantes de Stx2, las que liberadas en el intestino pasan a la circulación sanguínea y causan daños a nivel del endotelio vascular. La gravedad de las enfermedades producidas, especialmente cuando afectan a la población infantil, y las bajas dosis infectivas que caracterizan no sólo a los brotes sino también a los casos esporádicos (menos de 100 UFC/g), le han permitido ser clasificado como uno de los patógenos transmitidos por los alimentos de más alto riesgo para la salud pública (Marzocca M.A, *et, al.*, Revista Argentina de Microbiología, 2006).

Según la revista científica de Maracaibo, volumen 17 N°3 de mayo de 2007, En los últimos 20 años, *Escherichia coli* O157: H7 (Enterohemorrágica, ECEH) ha sido considerado como un patógeno emergente de gran impacto en la salud pública. Esta bacteria ha sido identificada como una cepa causante de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) a nivel mundial, principalmente por alimentos de origen bovino.

Escherichia coli enterohemorrágica se caracteriza por producir diarrea y colitis hemorrágica en humanos. Entre el 5% y 10% de las personas infectadas, en especial niños pequeños y ancianos, desarrollan una grave complicación denominada síndrome urémico hemolítico (SUH). Los individuos que desarrollan el SUH, presentan anemia, bajo recuento de plaquetas e insuficiencia renal, con una tasa de letalidad estimada entre el 2% y 7% y una tasa de secuelas a largo plazo que incluyen disfunción renal, lesión neurológica o hipertensión, entre un 12% y un 30% de los casos.

Aproximadamente, un tercio de los rumiantes domésticos son portadores asintomáticos de *Escherichia coli* O157:H7 y representan el principal reservorio para infecciones en humanos. Otros animales como cerdos, caballos y ciervos

también son considerados como portadores de esta bacteria, pero no son la principal fuente [32]. Dentro de los rumiantes, el ganado bovino es reportado en varias investigaciones como uno de los principales portadores de *E. coli* O157:H7. Los estudios de prevalencia de *E. coli* O157:H7 en Estados Unidos, han estimado que menos del 10% de los bovinos excretan este patógeno en las heces [22]. El tracto gastrointestinal del hospedero bovino generalmente es colonizado por esta cepa sin causar la enfermedad y se ha considerado que puede comportarse como un miembro transitorio de la flora intestinal [3, 8]. Un estudio realizado por Blanco y col. [4] sobre la incidencia de cepas verotoxigénicas de *E. coli* en España, detectó un 14% de (55/387) de dichas cepas provenientes de bovinos, incluyendo *E. coli* O157:H7, las cuales han sido involucradas en varios países con colitis hemorrágica y SUH; estos resultados indican que los bovinos pueden ser una fuente importante de *E. coli* verotoxigénicas y que podrían involucrarse con enfermedades en humanos.

En Centro y Sur América, específicamente en Argentina, Colombia y Costa Rica, se ha reportado la presencia del serotipo O157:H7 en el ganado bovino y en humanos con diarrea (Narvaez Claudia, *et, al.*, Revista científica Maracaibo, 2007).

2.2 LA CARNE

Con la denominación genérica de carne se comprende la parte comestible de los músculos de los bóvidos, óvidos, cápridos, équidos entre otros, sacrificados en condiciones higiénicas. Por extensión, se aplica también a la de los animales de corral, caza de pelo y pluma y mamíferos marinos. La carne será limpia, sana, debidamente preparada e incluirá los músculos del esqueleto y los de la lengua, diafragma y esófago, con o sin grasa, porciones de hueso, piel, tendones, aponeurosis nerviosas y vasos sanguíneos que normalmente acompañan el tejido muscular y que no se separan de este en el proceso de preparación de la carne.

La carne es una proteína animal completa, re - sintetizada a partir de las proteínas vegetales incompletas de las que se alimentan los animales.

La carne se compone de músculo, tejido conjuntivo y tejido adiposo (grasa). La localización de la pieza de carne en el animal, la contracción muscular y los cambios post- mortem influyen sobre el grado de ternura de la carne. Algunas piezas son inherentemente más tiernas que otras, requiriendo diferentes métodos de cocción. Las carnes magras contienen menos tejido adiposo que las piezas de carne bien infiltradas (Vaclacik Vick, 1998).

La composición nutricional de la carne de los seres humanos proviene de mamíferos. En este sentido, fundamentalmente se consume carne de animales domesticados para proveer alimento. De forma global, el consumo de carne está creciendo en consonancia con el incremento de la población mundial, siendo los países en vías de desarrollo los que influyen considerablemente en dicho crecimiento. En nuestra cultura y en nuestro ámbito geográfico, económico y social el consumo de carne ha sido siempre un elemento de prestigio. Aparte de la carne comercial, refrigerada o congelada, existen una infinidad de derivados cárnicos que permiten cubrir las necesidades proteicas y energéticas de la alimentación humana, además de satisfacer las necesidades gastronómicas más exigentes.

2.2.1 Composición física de la carne

La carne está compuesta por tres tejidos: tejido muscular, o la parte magra de la carne, tejido conjuntivo y tejido adiposo o grasa.

Dentro del tejido muscular incluye el músculo cardiaco y esquelético, ambos son músculos estriados que tiene estriaciones transversales de las fibras, y músculo liso. El músculo cardiaco forma el corazón y el músculo esquelético es el componente principal de la canal que proporciona soporte al cuerpo y permite la locomoción.

Dentro de la membrana celular del músculo, hay miofibrillas que contienen filamentos proteicos gruesos y delgados alternados, actina y miosina, que se contraen y relajan en el animal vivo.

El tejido conjuntivo está compuesto de las estructuras endomisio, perimisio y epimisio que reúnen las fibras musculares en haces para formar el músculo. El tejido esquelético es un tipo de tejido conjuntivo que está constituido de hueso, cartílago, ligamentos y tendones. Se prolonga a partir de las fibras musculares para formar los tendones que unen el músculo a los huesos y mantienen y conectan varias partes del cuerpo.

La composición del tejido conjuntivo, es principalmente proteína, que tiene en el interior mucopolisacáridos. La proteína colágeno, es el mayor componente del tejido conjuntivo. Es la proteína más abundante en el cuerpo de los mamíferos; se encuentra en el hueso, cartílago, fascias, cuernos, pezuñas, ligamentos, piel y tendones.

La grasa que forma parte del tejido graso, es la forma de almacenamiento de la energía de los animales y depende de factores como la alimentación de los animales, el balance hormonal, la edad y la genética. La grasa se mantiene mediante filamentos de tejido conjuntivo en todo el cuerpo y se deposita en varios lugares alrededor de los órganos, bajo la piel, y entre y dentro de los músculos. La grasa difundida contribuye a la jugosidad, y por lo tanto a la sensación de ternura, también contribuye al flavor. (Vaclacik Vick, 1998).

2.2.2 Composición química de la carne

La carne contiene 45 – 70% de agua encontrándose el mayor porcentaje de agua en las carnes magras de los animales jóvenes. La carne tiene 15 – 20% de

proteína, y varía entre 5 – 40% de grasa, dependiendo de la pieza y la forma de cortarla. No tiene carbohidratos (excepto en el hígado que almacena glucógeno) (Vaclacik Vick, 1998).

El agua: es el principal constituyente de la carne. A medida que un animal se convierte en más maduro y más graso, el agua constituye una proporción más pequeña de la composición global comparado con los animales jóvenes magros. El agua se encuentra en las fibras musculares y, en menor proporción, el tejido conjuntivo. Cuando las fibras musculares se rompen debido al ablandamiento químico, enzimático o mecánico, o al salado, o si se modifica el pH, el contenido final de agua puede disminuir (Vaclacik Vick, 1998).

Las proteínas: tienen un alto valor biológico, esto es, contienen todos los aminoácidos esenciales en las cantidades y las proporciones que pueden ser usadas en las síntesis de las proteínas corporales (Vaclacik Vick, 1998). Las proteínas en conjunto con el agua, no sólo son la base de la estructura corporal y tisular, sino también enzimas, hormonas y tienen funciones de agentes transportadores entre otros procesos; son fuente de aminoácidos esenciales para la resistencia corporal ante las enfermedades infecciosas, para la digestión de las sustancias nutritivas, para la acción glandular endocrina y como componente de los anticuerpos, de las enzimas digestivas y de las hormonas. La carne es sin duda alguna una muy importante fuente de proteínas esenciales elastina (Egan et al., 1987).

Las grasas: son uno de los principales componentes de la carne. Los triglicéridos en el tejido adiposo difieren en el grado de saturación y el número de carbonos. La grasa subcutánea son generalmente más insaturadas que la grasa que se deposita primero, alrededor de los órganos glandulares. Esto contribuye a la supervivencia de los animales que viven a bajas temperaturas ambientales.

Los carbohidratos son abundantes en el tejido vegetal pero despreciables en el tejido animal. Aproximadamente la mitad del pequeño porcentaje de carbohidratos en los animales se almacena en el hígado como glucógeno. La otra mitad se encuentra distribuida en todo el cuerpo, especialmente en los músculos y, en la sangre como glucosa. Una pequeña cantidad se encuentra en otras glándulas y órganos del animal (Vaclacik Vick, 1998).

Las funciones de los lípidos en el cuerpo humano son, dar soporte y aislar órganos internos de choques térmicos, eléctricos y físicos. La lecitina y otros fosfolípidos son componentes de la membrana celular. El colesterol es un precursor de hormonas, sales biliares y vitamina D.

Las grasas ayudan en el transporte y absorción de vitaminas deprimen la secreción gástrica y retrasan el tiempo de vaciamiento del estómago. Además, la grasa añade sabor a la dieta y produce sensación de saciedad después de una comida (Krause et al, 1995).

La vitaminas del complejo B: tienen funciones como cofactores en muchas reacciones metabólicas para obtener energía. En la carne están presentes los minerales hierro (en los pigmentos hemo y mioglobina), zinc y fósforo (Vaclacik Vick, 1998).

2.2.3 Composición nutricional

La composición nutricional de la carne puede variar debido a diversos factores entre los que cabe destacar la especie animal, el corte (piezas o músculos) y su procesado. Además, dentro de cada especie hay atribuidas variaciones dependiendo de la raza, edad o alimentación entre otros factores.

Durante las distintas fases de procesado de la canal, desde el despiezamiento hasta la preparación de los cortes comerciales, se separa la mayoría de la grasa subcutánea (de cobertura) y cantidades variables de grasa intermuscular (localizada entre los músculos). La efectividad de esas separaciones contribuye a explicar las diferencias en la composición nutricional y fundamentalmente en el porcentaje de grasa que contiene una misma pieza.

El término carne se define como el tejido muscular de los animales utilizado como alimento (Lawrie, 1967). El grupo de los productos cárnicos se encuentra dentro de los grupos alimentarios como uno de los principales que tienen un aporte importante de nutrientes.

Estos alimentos son ricos en proteínas y sustancias esenciales para la formación de todos los tejidos del organismo. Los humanos somos incapaces de sintetizar el grupo amino por eso deben ingerir alimentos de fuente vegetal y animal.

Las proteínas esenciales son las que satisfacen las necesidades proteicas del organismo y éstas las tiene la carne, que contiene todos los aminoácidos indispensables para la vida. La falta de un aminoácido esencial conlleva a la reducción del efecto de los demás.

La carne es fuente de energía por medio de su grasa. El colesterol es un tipo de grasa presente en todos los productos de origen animal, sin excepción, en distintas cantidades. Esta grasa es imprescindible para la formación de la membrana celular, para el sistema nervioso, para la formación de hormonas y para fabricar la bilis (por ello hasta el mismo organismo lo produce). Un derivado del colesterol encontrado en la piel es convertido por la luz solar a la forma activa de la vitamina D.

La mayoría del colesterol es formado en el hígado y no de nuestra dieta. El cuerpo puede producir de 800 a 1500 mg de colesterol diariamente (Meat Board's, 1991).

La carne es fuente importante de hierro, zinc y fósforo y es una fuente deficiente de calcio, yodo y magnesio (Meat Board'1991); También son fuente de vitaminas del complejo B, entre ellas: tiamina, riboflavina, niacina, vitamina B₆ y B₁₂. Además contiene Vitamina E. y de ácido fólico pero contiene biotina y ácido pantoténico.

2.3 CENTRALES DE SACRIFICIO

Establecimiento dotado con instalaciones necesarias para el sacrificio de animales de abasto público o para consumo humano, tales como: bovinos, porcinos, caprinos, ovinos, aves, conejos, equinos, animales productos de la casa y otras especies que el Ministerio de Salud declare aptos para dichos fines, así, como tareas complementarias de elaboración o industrialización; según el decreto 2278 de agosto de 1982.

El objetivo de una central de sacrificio es obtener carne de manera higiénica mediante técnicas adecuadas de sacrificio de los animales y la correcta manipulación de las canales en las áreas limpias y sucias, las cuales éstas últimas deben estar divididas apropiadamente.

Se clasifican según la capacidad de sacrificio, según infraestructura, según tipo de construcción, según grado de mecanización y producción, según el radio de acción, según el propietario y según su lugar geográfico (Hernández, M, *et.*, al 2008).

2.3.1 Según la capacidad de sacrificio: Se clasifican en clase I, clase II, clase III, clase IV y Mínimos (Hernández, M, *et.*, al 2008).

2.3.1.1 Clase I: La capacidad de sacrificio de ganado bovino es de 480 o más y de 400 o más para el ganado porcino; el destino de la carne es para exportación y consumo nacional (Hernández, M, *et.*, al 2008).

2.3.1.2 Clase II: La capacidad de sacrificio de ganado bovino es de 320 o más y de 240 o más para el ganado porcino; el destino de la carne es para consumo dentro del territorio nacional (Hernández, M, *et.*, al 2008).

2.3.1.3 Clase III. La capacidad de sacrificio de ganado bovino es de 160 o más y de 120 o más para el ganado porcino; se destina para comercialización dentro de la jurisdicción de la localidad del matadero salvo aquellos casos en que los municipios se asocien y decidan construir administrar y utilizar algunos de éstos mataderos en las áreas de jurisdicciones para beneficio común (Hernández, M, *et.*, al 2008).

(Hernández et al., 2008) (Pérez, 2008)

2.3.1.4 Clase IV: La capacidad de sacrificio de ganado bovino es de 40 o más y de 40 o más para el ganado porcino; se destina para comercialización dentro de la jurisdicción de la localidad del matadero salvo aquellos casos en que los municipios se asocien y decidan construir administrar y utilizar algunos de éstos mataderos en las áreas de jurisdicciones para beneficio común (Hernández, M, *et.*, al 2008).

2.3.1.5 Mínimos: La capacidad de sacrificio de ganado bovino es de 2 reses por hora y de 2 cerdos por hora para el ganado porcino; se destina para comercialización dentro de la jurisdicción de la localidad del matadero salvo

aquellos casos en que los municipios se asocien y decidan construir administrar y utilizar algunos de éstos mataderos en las áreas de jurisdicciones para beneficio común (Hernández, M, *et.*, *al* 2008) (Quiroga, G, *et.*, *al* 1992)

2.3.2 Según su infraestructura: Se clasifican en categoría I y categoría II (Hernández, M, *et.*, *al* 2008).

2.3.2.1 Categoría I: Esta categoría cuenta con un sitio determinado para el sacrificio, agua potable, contando con los instrumentos necesarios para la labor de sacrificio y conservación adecuada de la carne antes de su distribución y consumo final. Los mataderos que pertenecen a esta categoría pueden producir carne para exportación (Hernández, M, *et.*, *al* 2008).

2.3.2.2 Categoría II: Esta categoría cuenta también con un sitio destinado al sacrificio, con agua potable, elementos de fácil lavado y desinfección. Este producto sale para distribución y consumo humano, pero no tienen las mismas características sanitarias y organolépticas óptimas. Los mataderos que pertenecen a ésta categoría no pueden producir carne tipo exportación (Hernández, M, *et.*, *al* 2008).

2.3.3 Según el tipo de construcción: Se clasifican en vertical, horizontal y mixto (Hernández, M, *et.*, *al* 2008).

2.3.4 Según el grado de mecanización y producción: Se clasifican en alta de 60 a 120 cabezas cada hora; media de 20 a 60 cabezas cada hora; baja de 20 a 70 cabezas por día y sin mecanización de 1 a 10 cabezas al día (Hernández, M, *et.*, *al* 2008).

2.3.5 Según el radio de acción: Se clasifican en locales, nacionales y de exportación (Hernández, M, *et.*, *al* 2008).

2.3.6 Según el propietario: Se clasifican en público, municipales, privados e industriales (Hernández, M, *et.*, *al* 2008).

2.3.7 según el lugar geográfico: se clasifican en mataderos municipales, mataderos particulares y mataderos regionales (Hernández, M, *et.*, *al* 2008).

2.3.7.1 Mataderos Municipales: Un municipio, es su propietario, el cual lo administra. Todo lo que produce el matadero lo consume completamente el municipio, es decir, no se distribuye carne a municipios vecinos, estos mataderos tienen una capacidad de operación pequeña (Hernández, M, *et.*, *al* 2008).

2.3.7.2 Mataderos Particulares: No tiene el carácter oficial del anterior, sino que son de propiedad y administración privada o municipal arrendados a particulares.

Generalmente se encuentran ubicados en municipios y sus carnes se destinan al consumo local (Hernández, M, *et.*, al 2008).

2.3.7.3 Mataderos Regionales: Son mataderos de propiedad y administración municipal, a los que se les asigna una zona geográfica (varios municipios) en la que pueden desarrollar sus servicios. Estos mataderos se diseñan, elaborando un plan de regionalización, con base a estudios técnicos y económicos para evitar la proliferación de pequeños mataderos sin las condiciones elementales de sanidad. Son los mataderos que reúnen el mayor número de cualidades para ser los ideales (Hernández, M, *et.*, al 2008).

2.4 LEGISLACIÓN PARA CENTRALES DE SACRIFICIO

2.4.1 Código sanitario nacional. En la Ley 09 de 1959 emitida por el Congreso, mencionan las condiciones Sanitarias para las plantas de alimentos en Colombia, cuyo objetivo establece el marco legal para la producción e importación de alimentos en Colombia. Igualmente define los requisitos técnico-sanitarios y de calidad que deben cumplir los alimentos procesados o importados: el Ministerio de Salud ahora Ministerio de la Protección Social definirá las normas técnicas oficiales Colombianas, o en su defecto las del Codex Alimentarius y el control de bodegas dependerá de la autoridad sanitaria y del Ministerio de Agricultura (Hernandez & Martínez, 2008).

2.4.2 Decreto 2278 del 2 de Agosto de 1982. Por el cual se reglamenta parcialmente al título V de la Ley 9 de 1979 en cuanto al sacrificio de animales de abasto público para el consumo humano y el procesamiento, transporte y comercialización de su carne, expedido por el Ministerio de Salud. Este Decreto establece disposiciones para todas las carnes que lleguen al territorio nacional (Hernandez & Martínez, 2008).

2.4.3 Decreto 1036 del 18 de Abril de 1991. Por el cual se subroga el capítulo 1 del título 1 del decreto Número 2278 de Agosto 2 de 1982, expedido por el Ministerio de Salud. Cuyo objetivo es la clasificación de los mataderos y sus requisitos. (Hernandez & Martínez, 2008).

2.4.4 Decreto 3075 de 1997. Establece las disposiciones para las plantas de alimentos en cuanto a Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), cuyo objetivo es la reglamentación de las condiciones sanitarias de las fábricas, depósitos y expendios de alimentos, su transporte y distribución. Para su propósito se define que es alimento, fabrica de alimentos, depósito de alimentos, actividad de acuosa; alimento adulterado, alterado, contaminado, falsificado y percedero (Ministerio de Salud, 1997).

2.4.5 Resolución número 2905 de 2007. Establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios y de inocuidad de la carne y productos cárnicos comestibles de las especies bovina y bufalina destinados para el consumo humano (Ministerio de la Protección Social, 2007¹).

2.4.6 Decreto 1500 de 2007. Por el cual se establece el reglamento técnico a través del cual se crea el Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de la Carne, Productos Cárnicos, Comestibles y Derivados Cárnicos, destinados para el Consumo Humano y los requisitos sanitarios y de inocuidad que se deben cumplir en su producción primaria, beneficio, desposte, desprese, procesamiento, almacenamiento, transporte, comercialización, expendio, importación o exportación (Ministerio de la Protección Social. (2007²).

2.5 ETAPAS DE SACRIFICIO, DESPOSTE Y EMPAQUE.

2.5.1 Recepción del ganado: consiste en el paso de los animales del camión dotado para tal fin, a los respectivos corrales para su alojamiento (Grandin, 1999).

2.5.2 Conducción: al conducir los animales debe evitarse el uso de objetos corto punzante que deterioren la piel. La conducción se puede efectuar con la ayuda moderada de un tábano eléctrico aplicado sobre el cuerpo del animal, para que este avance hasta el sitio donde se encuentra la báscula (Grandin, 1999).

2.5.3 Pesaje: es la forma técnica para evaluar la compra y venta de animales de abasto para carne (Grandin, 1999).

2.5.4 Reposo: es el descanso que debe recibir el animal en los corrales del matadero, debe descansar entre 12 y 24 horas, esta práctica contribuye al mejoramiento higiénico, técnico y nutricional de la carne (Grandin, 1999).

2.5.5 Baño externo: los animales pasan a la manga de conducción donde son duchados con agua fría, el lavado limpia la suciedad de la piel; produce una sangría adecuada, lo cual favorece la conservación de la carne y su color atractivo (Grandin, 1999).

2.5.6 Insensibilización o aturdimiento: se conduce el animal a la caja de insensibilización, la cual se comunica con la sala de sacrificio, puede ser con pistola o puntilla (Grandin, 1999).

2.5.7 Izado: con ayuda de un diferencial eléctrico o manual se eleva el animal hasta engancharlo de un riel de sangría (Grandin, 1999).

2.5.8 Sangría: consiste en cortar las venas y arterias. Con este corte se causa la muerte del animal y se posibilita el sangrado. Cuando se trata de recolectar sangre

para consumo humano, generalmente se utiliza un cuchillo hueco que se introduce el cuello del animal, es necesario separa la piel del cuello (Grandin, 1999).

2.5.9 Separación de las manos: procedimiento que se realiza mediante un corte de la articulación correspondiente con la ayuda de un cuchillo (Grandin, 1999).

2.5.10 Inicio del desuello: es la separación de la piel a partir del cuello, el esternón y el vientre (Grandin, 1999).

2.5.11 Separación de los cuernos: con ayuda de una sierra se efectúa la separación de los cuernos que son de uso industrial, si no se dispone de una sierra, se utiliza un hacha (Grandin, 1999).

2.5.12 Separación de la cabeza: generalmente se retira manualmente con un cuchillo y se practica de inmediato la inspección sanitaria (Grandin, 1999).

2.5.13 Transferencia: consiste en pasar el animal desde el riel de sangría hasta el riel de trabajo, para ello se debe colocar el espernancador. Para el faenado de pocos animales se puede utilizar un gancho espernancador desde el comienzo y así se evita el riel de sangría y la transferencia (Grandin, 1999).

2.5.14 Ligazón de recto: cuando aún se encuentra el animal situado en la zona de transferencia, se debe ligar el recto con una piola o banda elástica. Lo anterior evita la contaminación de la carne con materias fecales (Grandin, 1999).

2.5.15 Desuello dorsal y final: con la ayuda de un cuchillo curvo se desprende la piel que se encuentra adherida a lo largo de la región dorsal y ventral (Grandin, 1999).

2.5.16 Corte del esternón: con un cuchillo se hace una incisión en la línea blanda del pecho y se introduce una sierra eléctrica, o en su efecto se corta con un hacha perfectamente limpia. En pequeños mataderos se utiliza el hacha (Grandin, 1999).

2.5.17 Separación de víscera blanca y órganos genitales: se efectúa practicando una incisión en la línea media ventral; se extrae la víscera en su totalidad junto con los órganos genitales; allí mismo se debe realizar una inspección sanitaria (Grandin, 1999).

2.5.18 Separación de la víscera roja: mediante ésta operación se retira el conjunto de órganos conformado por el hígado, corazón, pulmones, bazo, tráquea, esófago y riñones; estas vísceras se cuelgan en una percha para someterlas a inspección sanitaria (Grandin, 1999).

2.5.19 División de la canal: se hace por el centro de la columna vertebral con una sierra eléctrica o con la ayuda de un hacha. Se practica la inspección de las medias canales (Grandin, 1999).

2.5.20 Lavado de las medias canales: se realiza con chorros de agua limpia a presión, de arriba hacia abajo (Grandin, 1999).

2.5.21 Clasificación: las canales una vez aprobadas, deben ser clasificadas, si su mercado así lo exige (Grandin, 1999).

2.5.22 Pesaje de canales: el peso de la canal tiene como finalidad tratar de establecer el rendimiento del animal, es lógicamente, el sistema técnico de comercialización (Grandin, 1999).

2.5.23 Refrigeración y transporte de la carne: si el matadero cuenta con cámaras de enfriamiento, las canales pueden refrigerarse a temperatura de 1 a 4°C para luego realizar los cortes, de lo contrario se deben enviar inmediatamente a los distribuidores. El transporte de la carne debe realizarse con licencia sanitaria para tal fin (Grandin, 1999).

2.6 PRINCIPIOS EN LOS QUE SE BASA LA ALTERACIÓN DE LA CARNE

Si el sacrificio fue higiénico, en la superficie de la carne fresca hay de 1.000 a 10.000 bacterias por centímetro cuadrado; y cuando el estado sanitario de la matanza no es bueno, hay entre 100.000 e incluso varios millones de bacterias.

Las bacterias patógenas y toxígenas, que causan intoxicaciones alimentarias, son mesófilas. Es pues su temperatura mínima de crecimiento relativamente elevada y la temperatura de su destrucción está por debajo de los 5°C. sin embargo algunas crecen a temperaturas inferiores. Así pues, carnes con alta carga inicial de gérmenes patógenos y toxigénicos no están totalmente libres de gérmenes aunque el tratamiento por frío sea prolongado, incluso aunque los patógenos sean mesófilos.

Durante el despiece de la carne en cortes primarios y venta al detalle las bacterias de las superficies tisulares se transfieren con los cuchillos y manos de los operarios a las de la carne recién expuesta (González, A.S, et, al., 2005).

Los factores que influyen en la multiplicación de los microorganismos y que determinan por consiguiente, el tipo de alteración de la carne son:

2.6.1 Tipo y número de microorganismos contaminantes y diseminación de los mismos en la carne

A temperaturas de refrigeración, por ejemplo, una carne cuya flora contaminante contuviese un elevado porcentaje de microorganismos psicrótrofos se alteraría con

mayor rapidez que una carne que contuviese un bajo porcentaje de los citados microorganismos.

2.6.2 Propiedades físicas de la carne

La extensión de la superficie de la carne expuesta tiene una importante influencia en la velocidad con que aquella se altera, debido a que la máxima carga microbiana se encuentra en la superficie y a que los microorganismos anaerobios disponen del aire. Es posible que la grasa proteja algunas superficies, aunque también está expuesta a experimentar alteraciones, principalmente de tipo enzimático y químico.

2.6.3 Propiedades químicas de la carne

El porcentaje de humedad es importante para determinar si los microorganismos son capaces de multiplicarse en ella y qué especies son capaces de hacerlo. Los microorganismos tienen a su disposición abundantes nutrientes, aunque el bajo porcentaje o la ausencia de carbohidratos fermentables y el elevado porcentaje de proteínas tienden a favorecer la multiplicación de los microorganismos de tipo no fermentativo, de aquellos que son capaces de utilizar las proteínas y sus productos de descomposición para obtener nitrógeno, carbono y energía. El pH de la carne fresca puede oscilar desde aproximadamente 5,7 hasta valores superiores a 7,2 que dependen tanto de la cantidad de glucógeno existente en el tejido muscular del animal en el momento de ser sacrificado como de las modificaciones que posteriormente tiene lugar en la carne.

2.6.4 Disponibilidad de oxígeno

Las condiciones de aerobiosis en la superficie de la carne son apropiadas para que en la misma se multipliquen mohos, levaduras y bacterias aerobias.

2.6.5 Temperatura

La carne se debe almacenar a temperaturas no excesivamente a las de congelación, a las cuales únicamente son capaces de multiplicarse los microorganismos psicrótrofos. Los mohos, las levaduras y las bacterias psicrótrofas crecen lentamente, produciendo en las carnes unas alteraciones típicas. Cuando la carne se mantiene a temperaturas bajas, la putrefacción de la misma es rara.

La temperatura tiene mayor importancia para seleccionar las especies de microorganismos que crecerán y el tipo de alteración que tendrá lugar en la carne. (Frazier, W.C, 2003).

También se debe tener en cuenta aspectos fundamentales para el control de la higiene de la carne y son las especificaciones microbiológicas que constituyen un medio eficaz para asegurar la inocuidad y la aptitud de los alimentos. Cuando en un sistema de control de los alimentos se utilicen especificaciones microbiológicas, químicas o físicas, éstas deberán basarse en principios científicos sólidos,

indicándose, cuando proceda, los procedimientos de vigilancia, los métodos analíticos y los límites de actuación.

2.6.6 Características fisicoquímicas de la carne

La carne constituye un sustrato favorable para la actividad microbiana, son propicios su contenido alto en humedad y composición química. Los nutrientes de la carne potencialmente digeribles por los microorganismos incluyen proteínas y grasas, compuestos nitrogenados de bajo peso molecular y los productos de la degradación del glucógeno muscular. 24 La carne de res esta compuesta fundamentalmente por agua (76%), proteína (22%) y grasa (5-6%); El agua es el componente más importante ya que tiene un papel fundamental en la calidad comercial específicamente en la jugosidad, ternura, color, textura, por otro lado el alto nivel de actividad de agua (0.99) de la carne y su contenido en nutrientes de bajo peso molecular la hace susceptible a la colonización por numerosas bacterias.

El pH es de 5.5 con extremos de 7.0 a cerca de 5.0, el cual tiene influencia en la actividad de las bacterias. El pH esta sujeto a varios factores, por ejemplo cuando concluye la degradación del glucógeno después de la muerte del animal, el pH se encuentra próximo a 5.4-5.5 en la superficie de las canales, la disponibilidad de oxígeno permite que el metabolismo aeróbico persista y el pH se eleve a más de 6.21 (Ahmed E. Yousef, et, al.,2006).

2. 7 BACTERIAS COLIFORMES

2.7.1 Coliformes Totales

Son aerobias o anaerobias facultativas, gram negativas, no formadoras de esporas, forma bacilar y que fermentan la lactosa con la producción de ácido y gas en 48 horas a 35°C. Se diferencian de otros grupos de microorganismos por la facultad que tienen de crecer en medios que contienen sales biliares (o agentes selectivos equivalentes). Los coliformes fermentan la lactosa, independientemente de la presencia de la presencia o ausencia de sales biliares.

Los coliformes comprenden al menos tres géneros: *Escherichia*, *Klebsiella* y *Enterobacter*.

Como los coliformes son habitantes comunes del tracto intestinal, su presencia en los alimentos puede indicar una contaminación fecal. Por ello a los coliformes se les considera microorganismos "indicadores". Se debe tener presente, sin embargo que los coliformes que se encuentran en los alimentos pueden tener un origen fecal o no (Ahmed E. Yousef, et, al.,2006).

En los alimentos frescos o naturales de origen animal, la mayor parte de las *Enterobacteriaceae* procede de contaminaciones de origen fecal y su presencia en gran número puede indicar una manipulación no higiénica y/o un almacenamiento inadecuado. En los alimentos que han recibido un tratamiento para garantizar su

sanidad, la presencia de niveles considerables de *Enterobacteriaceae* o de coliformes indica:

1. Tratamiento inadecuado y/o contaminación posterior al tratamiento; más frecuentemente a partir de materias primas, equipos sucios o manejo no higiénico.

2. Multiplicación microbiana que pueda haber permitido el crecimiento de toda la serie de microorganismos patógenos y toxigénicos (Ahmed E. Yousef, et, al.,2006)..

2.7.2 *Escherichia coli*

Pertenece a la familia *Enterobacteriaceae*. Es un microorganismo morador del tracto intestinal del hombre y los animales. Se trata de una bacteria gram negativa flagelada y de forma bacilar. Este microorganismo es anaerobio facultativo (es decir, posee las dos rutas metabólicas, la respiratoria y la fermentativa), oxidasa negativo, indol positivo y no utiliza los citratos. Esta bacteria fermenta la glucosa, arabinosa, manitol y xilosa produciendo una mezcla de ácidos, etanol, CO₂ e hidrógeno. El metabolismo de la glucosa rinde piruvato, que puede convertirse en ácido láctico, acético y fórmico UFC/ml o UFC/g de alimento (Ahmed E. Yousef, et, al.,2006).

Los criterios microbiológicos ofrecen a la Industria alimentaria y a los organismos reguladores las directrices para controlar los sistemas de elaboración de alimentos. Como criterios microbiológicos se pueden utilizar microorganismos indicadores de contaminación, la presencia de microorganismos patógenos específicos o la detección de una toxina específica producida por un patógeno. Los microorganismos indicadores que generalmente se cuantifican para determinar calidad sanitaria de alimentos son mesófilos aerobios, mohos, levaduras, coliformes totales, coliformes fecales, entre otros. La principal bacteria empleada como indicador es la *Escherichia coli*; en un alimento indica generalmente una contaminación directa o indirecta de origen fecal. *E coli* en un indicador clásico de la posible presencia de patógenos entéricos en agua, moluscos, en productos lácteos y en otros alimentos, los niveles detectados en los alimentos pueden estar influenciados por otros factores, tales como la multiplicación del microorganismo, su muerte o inactivación o su adherencia a las partículas del alimento (Corpas Eduardo, 2010).

La mayor parte de las cepas patógenas de *E. coli* están catalogadas en los siguientes virotipos: enteropatogénico, enterotoxigénico, enteroinvasivo, enteroagregativo y enterohemorrágico(Ahmed E. Yousef, et, al.,2006).

La presencia de este microorganismo en un alimento indica generalmente una contaminación directa o indirecta de origen fecal. Cifras sustanciales de *E. coli* en un alimento sugieren una falta general de limpieza en el manejo del mismo y un almacenamiento inadecuado (ICMSF, 2000).

El serotipo O157:H7 causa una enfermedad transmitida por los alimentos y está mayormente asociada a alimentos cárnicos, produce una toxina potente la que puede causar una toxi-infección, que resulta en una enfermedad grave para los

humanos. *E. coli* O157:H7 fue la principal causa del brote de diarrea aguda sanguinolenta durante el 1982, causado por el consumo de hamburguesas crudas contaminadas en los estados de Oregon y Michigan (González, A.S, *et al.*, 2005). Sólo pocas células son necesarias para causar la infección, niveles de 0.9 a 4.3 UFC/g fueron reportados en muestras tomadas de lotes de carne molida que fueron implicados en el brote de Síndrome Urémico Hemolítico en humanos en el año 1993 (Payton-Pruett W., *et al.*, 2002).

El serotipo *Escherichia coli* O157:H7 y otros miembros del grupo enterohemorrágico como O26:H11, O111:H8 y el no móvil O157:NM, causan una colitis hemorrágica en los humanos. El mecanismo de la enfermedad es probablemente una infección no invasiva. Parece ser que la dosis infectiva es inferior a 100 células. El periodo de incubación suele ser entre 3 y 4 días, tiempo en el que el microorganismo coloniza el intestino grueso y produce toxinas Shiga. Los individuos más propicios de infectarse y en los que con más probabilidad pueden complicarse la enfermedad y concluir con la muerte del paciente son los niños menores de 5 años y las personas mayores de 65. Entre los síntomas de la colitis hemorrágica se incluyen intensos dolores abdominales y diarrea, que comienza con heces acuosas para evolucionar a muy sanguinolentas conforme la enfermedad progresa. Ocasionalmente se observan vómitos y el proceso no suele cursar con fiebre. Con cierta frecuencia, la enfermedad en los niños se complica con el síndrome urémico hemolítico (HUS), que puede desencadenar un fracaso renal, con pérdida permanente de la función de los riñones y, finalmente, la muerte. La complicación más habitual en los adultos es la púrpura trombocitopénica trombótica (TTP), que recuerda histológicamente al HUS pero que va acompañada de problemas neurológicos que pueden resultar en coágulos cerebrales.

El ganado vacuno es el principal reservorio de *E. coli* O157:H7, por lo que es frecuente asociar a este patógeno con carne picada de vacuno insuficientemente cocinada. La incidencia de los brotes originados por *E. coli* O157:H7 es mayor durante los meses más calurosos del año, siendo diversos factores que puedan contribuir a esta particular estacionalidad de la enfermedad como abusos en la temperatura de almacenamiento, transporte, etc. de la carne (Ahmed E. Yousef, *et al.*, 2006).

2.8 CARGA MICROBIOLÓGICA Y ALTERACIÓN DE LA CARNE

Según el Codex Alimentarius de 1999; los microorganismos patógenos pueden pasar de un alimento a otro por contacto directo o bien a través de quienes los manipulan, de las superficies de contacto o del aire. Los alimentos sin elaborar deberán estar claramente separados, en el espacio o en el tiempo, de los productos alimenticios listos para el consumo, efectuándose una limpieza intermedia eficaz y, cuando proceda, una desinfección.

Puede ser preciso restringir o controlar el acceso a las áreas de elaboración. Cuando los riesgos sean particularmente altos, puede ser necesario que el acceso

a las áreas de elaboración se realice exclusivamente pasando a través de un vestuario. Se podrá tal vez exigir al personal que se ponga ropa protectora limpia, incluido el calzado, y que se lave las manos antes de entrar. Las superficies, los utensilios, el equipo, los aparatos y los muebles se limpiarán cuidadosamente y, en caso necesario, se desinfectarán después de manipular o elaborar materias primas alimenticias, en particular la carne (Codex Alimentarius, 1999).

La carne, considerada como la principal fuente de proteína, puede ser vehículo de toxiinfecciones alimentarias como consecuencia de una deficiente calidad higiénico-sanitaria en el sacrificio de los animales, o de una contaminación durante el proceso de elaboración de productos cárnicos. La presencia y el consumo de alimentos contaminados microbiológicamente es mayor en países en vía de desarrollo, el tratamiento de dichas enfermedades supone un gasto importante para los servicios de salud en dichos países.

El ganado sano alberga patógenos importantes como *Escherichia coli*O157:H7, *Salmonella spp*, *Listeria spp* y *Campylobacter spp*, así como microorganismos causantes del deterioro, incluyendo bacterias lácticas, *Pseudomonas*, *Actinobacter spp* y *Moraxella spp*. Estos microorganismos se encuentran en el tracto intestinal, piel y pezuñas, mientras que los tejidos internos de la canal se consideran estériles. Las prácticas inadecuadas en el proceso de sacrificio, durante el desangrado, desollado, faenado, eviscerado y despiece de la canal, facilitan la contaminación debido al contacto de la carne con suciedad, materia fecal y polvo. Por lo general, la intensidad con que ocurre la contaminación depende de las normas de higiene y limpieza observadas en el rastro y en la planta de procesado. Para asegurar la inocuidad de la carne se han puesto en práctica diversos programas. En Estados Unidos de América cada rastro que opera bajo inspección federal debe establecer y realizar un programa de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP), así como aplicar procedimientos de operación estándar. También en la Unión Europea la Directiva Comunitaria (2001/471/EC) obliga a las plantas de sacrificio a instrumentar sistemas HACCP, así como a realizar comprobaciones periódicas sobre higiene general. (Hernández, San Juan Sagrario *et al*, 2007).

La diversidad de microorganismos que pueden encontrarse en la carne cruda es muy notable. Es de esperar, si se toma en cuenta la naturaleza de las fuentes de contaminación a las que se encuentra expuesta y la facilidad con las que muchas de ellas entran en actividad. Los tres grupos principales de microorganismos propios de los alimentos (deterioradores, indicadores y patógenos) son comunes en la carne, el número de bacterias varía de unos cuantos a cientos de miles por cm² a más de un millón en la carne cuando entra la etapa de comercialización, por otro lado las vísceras muestran una carga microbiana mayor y entran en descomposición más rápidamente que la musculatura. Asimismo, las condiciones de transporte y estancia de los animales en el rastro y las de la matanza son factores cualitativos y cuantitativos determinantes en la carga microbiana, particularmente los que se refiere a las bacterias patógenas.

El destino de estos microorganismos depende de diversos factores intrínsecos y ambientales como su capacidad para utilizar a baja temperatura el sustrato carne, rico en proteínas y pobre en carbohidratos. Además, la elevada tensión de oxígeno y gran humedad existentes en la superficie de la carne imponen la selección de aquellos microorganismos mejor dotados para crecer rápidamente en tales condiciones, como los miembros de los géneros microbianos *Pseudomonas*, *Achromobacter* y *flavobacterium*, capaces de crecer a bajas temperaturas de refrigeración. También se hallan presentes otras bacterias que pertenecen a los géneros *Lactobacillus*, *Microbacterium* y *Micrococcus*. (Hurtado Salinas, Laura. 2010).

2.9 CONTAMINACIÓN

Un animal sano tiene defensas naturales contra invasiones microbianas, considerándose entonces que la carne de animales recién sacrificados es estéril. La contaminación ocurre cuando hay contacto de la carne con paredes, suelos, utensilios o manipulación del material por los operarios, o si alguna víscera se estalla de durante el manejo de la canal (Frazier, W.C, 2003).

Se ha indicado que la masa muscular interna de las carnes contiene pocos microorganismos o no los contiene en absoluto, aunque se han encontrado en los ganglios linfáticos, en la médula ósea, e incluso en la propia masa muscular. En los ganglios linfáticos de los animales de carne roja se han aislado *estafilococos*, *estreptococos* y especies bacterianas pertenecientes a los géneros *Clostridium* y *Salmonella*. Las prácticas corrientes de sacrificio eliminarían los ganglios linfáticos de las partes comestibles. No obstante la contaminación importante se debe a causas externas durante las operaciones de sangría, manipulación y preparación de la canal. Durante la sangría, durante el desuello y durante la formación de la canal, los microorganismos proceden principalmente del exterior del animal (pies, pezuñas y pelo) y del tubo intestinal de éste. Los sistemas "humanitarios" de sacrificio (mecánico, químico y eléctrico) autorizados recientemente, influyen poco en la contaminación de la carne, operaciones que pueden aportar microorganismos contaminantes (Frazier, W.C, 2003).

La superficie externa del animal contiene una gran cantidad y varias especies de microorganismos procedentes del suelo, del agua, de los piensos y del estiércol, así como su propia flora superficial, mientras que en el contenido intestinal se encuentran los microorganismos propios de la flora intestinal. Los cuchillos, el aire, los paños así como las manos y la ropa de los operarios pueden actuar como fuentes intermedias de contaminación (Frazier, W.C, 2003).

2.9.1 Higiene personal y manipulación higiénica de los alimentos

Los manipuladores de alimentos pueden transmitir bacterias causantes de enfermedad. De hecho, las personas son la principal fuente de contaminación de

los alimentos. Sus manos, aliento, pelo y sudor contaminan los alimentos; así mismo, las toses y estornudos sin protección pueden contagiar microorganismos capaces de ocasionar enfermedad.

La palabra Higiene se utiliza para describir la aplicación de los principios sanitarios encaminados a preservar la salud. La higiene personal se refiere a la limpieza del cuerpo de una persona. La salud de los operarios desempeña importante papel en la sanidad de los alimentos. La gente es fuente potencial de microorganismos causantes de enfermedad en otras personas mediante la trasmisión de virus o por intoxicación alimentaria.

2.9.2 Higiene de los alimentos

Los empleados enfermos no deben tener contacto con los alimentos ni con el equipo y utensilios utilizados en el procesado, preparación y servido de la comida. Las enfermedades humanas que pueden transmitirse con los alimentos son afecciones del aparato respiratorio, como el resfriado común, intenso dolor de garganta, neumonía, escarlatina, tuberculosis y anginas; alteraciones digestivas; disentería; fiebre tifoidea; y hepatitis infecciosa. En muchas enfermedades, los microorganismos responsables pueden persistir en la persona después de recuperarse de esta. La persona en que se de esta circunstancia recibe el nombre de portador.

Cuando los operarios enferman, su potencial como fuente de contaminación aumenta espectacularmente; una infección, tos persistente, signos de gripe son indicios de que los microorganismos están aumentando de número.

2.9.3 Equipo

La contaminación por el equipo se produce durante el proceso de producción, así como cuando los aparatos permanecen inactivos. Incluso habiendo sido diseñado de acuerdo con los debidos principios higiénicos, el equipo puede recoger microorganismos y otros contaminantes a partir del aire, así como de los operarios y materiales en el curso de la producción. La contaminación de los productos por el equipo puede reducirse mejorando el diseño higiénico y practicando una limpieza eficaz.

2.9.4 Operario

De todas las vías posibles de llegada de microorganismos a los alimentos, los trabajadores constituyen la mayor fuente de contaminación. Los operarios que no cumplen los principios sanitario, contaminan los alimentos que tocan con suciedad y gérmenes patógenos con los que contactaron en su trabajo y proceden de otras partes del medio circundante, Manos, pelo, nariz y boca albergan microorganismos que pueden ser trasferidos a los alimentos durante su procesado, envasado, preparación y servido; la contaminación puede producirse por contacto, respiración, tos o estornudo. Como el cuerpo humano está caliente,

los gérmenes proliferan rápidamente sobre todo en ausencia de prácticas higiénicas.

2.9.5 Aire y agua. El agua sirve como medio de limpieza durante las prácticas higiénicas, y es un ingrediente añadido que entra en la fórmula de diversos alimentos procesados. Pero también puede actuar como fuente de contaminación. Si existe una contaminación excesiva, debe recurrirse a otra fuente de agua, o bien debe tratarse el agua disponible con medios físicos o químicos (lámparas ultravioletas) o por otros métodos.

La contaminación puede ser resultado de la llegada de microorganismos procedentes del aire al alimento en el curso de su procesado, envasado, almacenamiento y preparación. Tal contaminación puede ser consecuencia del aire sucio que rodee la planta alimentaria o por prácticas higiénicamente inadecuadas. El procedimiento más eficaz para reducir la contaminación procedente del aire se basa en unas prácticas sanitarias correctas, filtrado del aire que entre en las naves de procesado y preparación de los productos alimenticios, y protección contra el aire mediante técnicas y materiales apropiados de envasado (Marriott, Norman G. 1999).

2.10 REFRIGERACIÓN

Cuanto antes se realiza la refrigeración y cuanto más rápido es el enfriamiento de la carne, tanto menor será la posibilidad de que en ella se multipliquen microorganismos mesófilos. La carne se conserva bajo refrigeración a temperaturas comprendidas entre -1,4 y 2,2 °C, prefiriéndose entre este intervalo, las temperaturas más bajas. El tiempo máximo para guardar refrigerada la carne de vacuno mayor es de aproximadamente 30 días, dependiendo de la cantidad de microorganismos que contiene, y también de la temperatura y de la humedad relativa de la cámara donde se conserva (Frazier, W.C, 2003).

2.11 PRINCIPIOS PARA EL ESTABLECIMIENTO Y LA APLICACIÓN DE CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS PARA LOS ALIMENTOS

La inocuidad de los alimentos se asegura principalmente mediante el control en el punto de origen, el control de la planificación y formulación del producto y la aplicación de buenas prácticas de higiene durante la producción, la elaboración (incluido el etiquetado), la manipulación, la distribución, el almacenamiento, la venta, la preparación y el uso, junto con la aplicación del Sistema de HACCP. Este enfoque preventivo ofrece un control mayor del que se obtiene con los ensayos microbiológicos, habida cuenta de que la eficacia del ensayo microbiológico para evaluar la inocuidad de los alimentos es limitada (Codex Alimentarius, 1999).

Los criterios microbiológicos deben establecerse de conformidad con estos principios y basarse en análisis y asesoramiento científicos y, cuando se disponga de datos suficientes, en un análisis de riesgos adecuado para el producto alimenticio y su uso. Además, tienen que elaborarse de forma transparente,

cumpliendo con los requisitos necesarios para un comercio equitativo, y revisarse periódicamente para comprobar su utilidad frente a nuevos gérmenes patógenos, tecnología en evolución y nuevos conocimientos científicos (Codex Alimentarius, 1999).

2.11.1 Criterio microbiológico

El criterio microbiológico para un alimento define la aceptabilidad de un producto o un lote de un alimento basada en la ausencia o presencia, o en la cantidad de microorganismos, incluidos parásitos, y/o en la cantidad de sus toxinas/metabolitos, por unidad o unidades de masa, volumen, superficie o lote (Codex Alimentarius, 1999).

2.11.2 Fines y aplicación de los criterios microbiológicos para los alimentos

Los criterios microbiológicos pueden utilizarse para formular requisitos de diseño y para indicar, según proceda, el estado microbiológico requerido de las materias primas, los ingredientes y los productos terminados en cualquier fase de la cadena alimentaria. Los criterios pueden resultar importantes para examinar los alimentos, en caso de que las materias primas y los ingredientes sean de origen desconocido o poco seguro, o bien cuando no se disponga de otros medios para comprobar la eficacia de los sistemas basados en el sistema de HACCP y de las buenas prácticas de higiene. Por lo general, los criterios microbiológicos pueden ser aplicados por los organismos de reglamentación y/o los empresarios del sector alimentario para definir la distinción entre la aceptabilidad y la inaceptabilidad de materias primas, ingredientes, productos, lotes. Los criterios microbiológicos también pueden utilizarse para determinar si los procesos se ajustan a los Principios Generales de Higiene de los Alimentos (Codex Alimentarius, 1999).

2.11.3 Aplicación por parte de los organismos de reglamentación

Los criterios microbiológicos pueden utilizarse para definir y comprobar que se cumpla con los requisitos microbiológicos. Los criterios microbiológicos obligatorios deberán aplicarse a los productos y/o puntos de la cadena alimentaria para los cuales no se disponga de ningún instrumento más eficaz, y a los casos en que se prevea que estos instrumentos pueden aumentar el nivel de protección que se le ofrece al consumidor. Cuando se consideren apropiados, deberán ajustarse a las condiciones específicas del producto y aplicarse sólo al punto de la cadena alimentaria especificado en el reglamento.

En las situaciones en las que no se cumpla con los criterios microbiológicos, según la evaluación del riesgo a que esté expuesto el consumidor, el punto de la cadena alimentaria y el tipo de producto especificado, es posible que las medidas de control reglamentarias que haya que tomar consistan en seleccionar, reelaborar, rechazar o destruir el producto y/o hacer una nueva investigación para determinar las medidas que han de adoptarse (Codex Alimentarius, 1999).

2.11.4 Aplicación por parte de los empresarios del sector alimentario: Los empresarios del sector alimentario podrán utilizar los criterios microbiológicos no sólo para comprobar que se ajusten a las disposiciones reglamentarias el sino también para formular requisitos de diseño y examinar los productos terminados, siendo ésta una de las medidas que permite comprobar y/o validar la eficacia del sistema de HACCP.

2.11.5 Límites Microbiológicos: Los límites que se establezcan en los criterios deberán basarse en datos microbiológicos apropiados para el alimento y ser aplicables a una gama de productos análogos. Por lo tanto, tendrán que basarse en datos recopilados en distintos establecimientos de producción que trabajan conforme a las buenas prácticas de higiene y aplican el sistema de HACCP.

Al establecer límites microbiológicos, hay que tener presente todo cambio que pueda ocurrir en la microflora durante el almacenamiento y la distribución (por ejemplo, disminución o aumento de la cantidad).

Los límites microbiológicos se establecerán teniendo en cuenta los riesgos relacionados con los microorganismos, así como las condiciones en las que se prevé que el alimento será manipulado y consumido. Los límites microbiológicos deberán tener en cuenta también la probabilidad de que se registre una distribución desigual de microorganismos en el alimento, así como la variabilidad propia del procedimiento analítico.

Si el criterio requiere la ausencia de un determinado microorganismo, deberán indicarse el tamaño y número de la unidad analítica (así como el número de unidades de la muestra analítica) (Codex Alimentarius, 1999).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 TIPO DE ESTUDIO

El presente corresponde a un estudio experimental, donde además se contemplan actividades complementarias que confluyen en el control microbiológico sobre las poblaciones de coliformes totales. Para el cumplimiento de los objetivos planteados se han contemplado los siguientes procesos:

- **Intervalos de tolerancia** (Para el control de los ambientes, superficies y manipuladores en desposte).
- **Procedimientos para la toma de decisiones en cuanto al cierre de no conformidades** (Establecimiento de diagramas de flujo relacionado con los procesos de limpieza y desinfección de ambientes, superficies y manipuladores, y posterior y proceso de toma de decisiones enlazado a los intervalos de tolerancia establecidos).

3.2 UBICACIÓN

La empresa objeto de estudio es una Central de Sacrificio dedicada a la prestación del servicio de beneficio y comercialización de ganado bovino, porcino y sus derivados, ubicada en la ciudad de Manizales. Esta empresa es la principal central de sacrificio de Manizales, cuenta con 27 años de experiencia y actualmente cuenta con certificación de calidad bajo el sistema ISO 9000:2005.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

Para el proceso de validación con respecto a coliformes totales y *E. coli* la población objeto de estudio para el proceso de establecimiento de intervalos de tolerancia, la población corresponde a son los ambientes, superficies y manipuladores del proceso de desposte de la empresa.

3.4 DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO MUESTRAL

3.4.1. Tamaño muestral.

Se realizaron diez repeticiones para cada uno de los análisis de ambientes, superficies y manipuladores del área de desposte, considerados de implicancia directa hacia la calidad microbiológica del producto en la empresa. La toma de muestras en 2 ambientes, 4 superficies y 1 manipulador implicó un total de 70 muestras.

3.5 TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS

3.5.1. Materiales, equipos y medios. Los siguientes fueron los materiales y equipos requeridos para el proceso de montaje experimental y análisis de muestras:

- ❖ Autoclave para esterilización de material limpio.
- ❖ Autoclave para esterilización de material sucio.
- ❖ Nevera para conservación de reactivos, medios y diluyentes estériles.
- ❖ Cámara de flujo laminar.
- ❖ Balanza granataria con capacidad de 2.610 gramos y sensibilidad de 0.1 gr.
- ❖ Asas en punta.
- ❖ Gradillas.
- ❖ Cámara cuenta colonias.
- ❖ Neveras de icopor para transporte de muestras.
- ❖ Agar Cromocult.
- ❖ Agua destilada estéril.
- ❖ Cinta de enmascarar.
- ❖ Marcador permanente negro.
- ❖ Alcohol al 70%.
- ❖ Bolsas rojas para el descarte de residuos biológicos.
- ❖ Cajas de petri de vidrio 15 x 100 mm.
- ❖ Pipetas graduadas de 5 y 2 ml.
- ❖ Tubos tapa rosca estériles de 150*15 mm.

3.5.2. Fundamento del método y los medios de cultivo empleados.

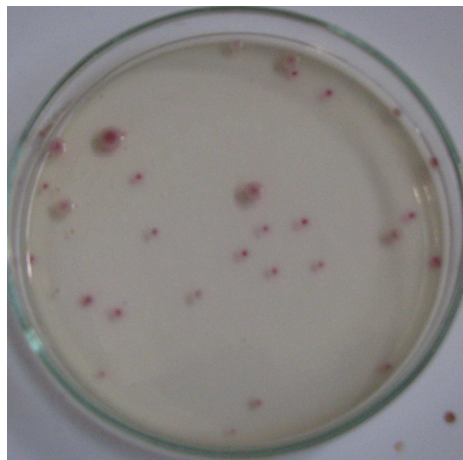
3.5.2.1. Método de recuento de coliformes totales y *E. coli*.

3.5.2.2. Caldo letheen: El contenido de peptona de caseína ofrece condiciones de regeneración para microorganismos dañados, así como óptimas posibilidades de germinación de esporas. Así la soja-lecitina inactiva al cetrimide, clorhexidina, fenoles clorados, desqualinium, acetato y polimixina B. El polisorbato 20 según Evans inactiva a fenoles, derivados fenólicos y ácido p-hidroxibenzoico y sus ésteres (Merck, 1990).

3.5.2.3. Agar Cromocult: Agar selectivo para la identificación simultánea de coliformes totales y *E. coli* en muestras de aguas y alimentos. Gracias a la acción conjunta de peptonas selectivas, piruvato y tampón de fosfato se garantiza un rápido de coliformes con daño subletal. El contenido en Lauril sulfato inhibe ampliamente el crecimiento de bacterias grampositivas sin tener influencia negativas sobre el crecimiento de coliformes.

La identificación simultánea de coliformes totales y *E. coli* se posibilita a partir de dos sustratos cromógenos. El sustrato Salmon GAL es escindido por la enzima β -D-galactosidasa presente en los coliformes, por lo que se genera en estos una coloración roja, mientras la identificación de *E. coli* se da a través de la enzima β -D-glucuronidasa que escinde el sustrato X-glucuronido presente en el medio, por lo que se genera en las colonias una coloración azul. (figura 3) (Merck, 2006).

Figura 3. Características macroscópicas de las colonias de coliformes totales y *E. coli*.



3.5.3. Procedimiento.

3.5.3.1. Análisis de ambientes. El siguiente es el procedimiento para el análisis microbiológico de ambientes, en el área de desposte bovino:

- Preparar cajas de petri conteniendo 18-20ml de agar Cromocult.
- Marcar cada caja de petri con el nombre del ambiente a muestrear.
- Abrir cada caja de petri, que contiene el agar Cromocult, en el ambiente que se desee evaluar y mantenerla abierta durante 15 minutos.
- Cerrar la caja y colocarla en incubadora de 35°C +/- 2°C durante 48 horas.
- Efectuar el recuento de los mohos y reportar las poblaciones de coliformes totales y *E. coli* en UFC/15 minutos /65 cm².

3.5.3.2. Análisis de superficies. El siguiente es el procedimiento para el análisis microbiológico de superficies en el área de desposte bovino:

- Marcar un tubo que contiene 5ml de caldo letheen, con la información correspondiente a la superficie a muestrear.
- Humedecer un aplicador de algodón estéril en 5 ml de Caldo Letheen, y con ayuda de una plantilla de 5x4 cm, estéril muestrear cinco áreas continuas para un total de área muestreada de 100 cm², luego, introducir el aplicador de algodón en el tubo que contiene el caldo, tapar y llevar al laboratorio.
- En el laboratorio, mezclar el aplicador en el tubo con caldo Letheen, con ayuda de un agitador, extraer 1 ml del caldo con un pipeta estéril, y adicionarlo a una caja de petri estéril marcada con el nombre de la superficie muestreada.
- Adicionar 18 ml de caldo Cromocult estéril, mezclar y luego de un reposo de 2 minutos, invertir la caja y colocarla en incubadora de 35°C +/- 2°C durante 48 horas °C.
- Efectuar el recuento de los mohos y reportar las poblaciones de coliformes totales y *E. coli* en UFC/15 minutos /65 cm².

3.5.3.3. Análisis de manipuladores. El siguiente es el procedimiento para el análisis microbiológico de manipuladores en el área de desposte bovino:

- Marcar un tubo que contiene 5ml de caldo Letheen, con la información correspondiente al operario sometido a muestreo.
- Humedecer un aplicador de algodón estéril en 5 ml de Caldo Letheen, y frotar con este, los espacios interdógitales, entre las uñas, y palma de la mano del operario.
- Luego, introducir el aplicador de algodón en el tubo que contiene el caldo, tapar, llevar al laboratorio y realizar el procedimiento de laboratorio descrito para el análisis de superficies (6.6.3.2).
- Efectuar el recuento de los mohos y reportar las poblaciones de coliformes totales y *E. coli* en UFC/15 minutos /65 cm².

3.6 ESTABLECIMIENTO DE INTERVALOS DE TOLERANCIA PARA AMBIENTES, SUPERFICIES Y MANIPULADORES EN EL ÁREA DE DESPOSTE BOVINO QUE PERMITAN INDICAR LOS LÍMITES DE SOBREPASO EN EL RECUESTO DE COLIFORMES TOTALES.

Para el desarrollo de este objetivo se realizaron intervalos de tolerancia para ambientes, superficies y manipuladores en el área de desposte bovino mediante un análisis estadístico resumido a continuación:

3.6.1 Intervalos de tolerancia. Es un estadístico muestral que permite establecer los límites que en sentido probabilístico cubren los valores individuales de la población mediante un intervalo sobre una proporción fija de las mediciones, aplicando la fórmula $X \pm ks$, donde:

\bar{X} = Media muestral.

k = Constante que tiene en cuenta el número de muestra y el nivel de confiabilidad.

s = Desviación estándar corregida (Montgomery & Runger, 1997).

Para el establecimiento de intervalos, se analizaron diez muestras de cada uno de los ambientes, superficies y manipuladores, teniendo como variable de respuesta el recuento de coliformes totales y *E. coli*. Las siguientes son las áreas críticas que se sometieron al establecimiento de intervalos de tolerancia:

- Ambiente de desposte - área 1.
- Ambiente de desposte - área 2.
- Ambiente del área de empaque.
- Superficie de Cuchillo.
- Superficie de Chaira.
- Superficie de peto metálico.
- Superficie de mesa de teflón.
- Superficie de banda transportadora.
- Superficie de mesa circular.
- Superficie de soporte para bolsa de empaque.
- Superficie de sierra – costilla.
- Manipulador desinfectado con Dermoquat.
- Manipulador desinfectado con Dermogerm.

3.7 IDENTIFICAR LOS PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL EN EL ÁREA DE DESPOSTE DE BOVINOS Y LAS CONDICIONES QUE TRASVERSALIZAN EL PROCESO DE DESPOSTE SUSCEPTIBLE DE FAVORECER LA CONTAMINACIÓN CRUZADA.

3.7.1 Caracterizar las condiciones que transversalizan los procesos de producción dentro del área de desposte: Se diseñó y aplicó una lista de verificación hacia actividades favorecedoras de la contaminación microbiológica con el propósito de establecer qué condiciones se presentaban con mayor frecuencia y así priorizarlas dentro del árbol de decisiones importantes para el desarrollo del objetivo 3.8.

3.7.2 Aplicación de un esquema de puntos críticos microbiológicos en el proceso de desposte: Se realizó un análisis de puntos críticos microbiológicos sobre las actividades secuenciales del proceso de desposte, para establecer qué fase (s) podría ser altamente susceptible de contaminación dentro de las actividades normales de esta etapa del proceso.

3.8 DESARROLLAR LOS PROCEDIMIENTOS PARA EL MONITOREO Y CIERRE DE NO CONFORMIDADES MICROBIOLÓGICAS EN LOS

AMBIENTES, SUPERFICIES Y MANIPULADORES DEL ÁREA DE DESPOSTE BOVINO, TENIENDO EN CUENTA LAS CONDICIONES QUE TRANSVERSALIZAN DICHO PROCESO.

3.8.1 Desarrollo de arboles de decisión activables al sobrepaso de los límites establecidos para el recuento de coliformes: Se desarrollaron a partir de la caracterización de condiciones que transversalizan el proceso. En cuanto a la priorización de condiciones a indagar como origen del desvío en el recuento de coliformes, se ha tomado en cuenta la frecuencia de cumplimiento de condiciones establecidas a través de check list, considerando que las de mayor incumplimiento tendían mayor probabilidad a estar ligadas a la (s) causa del desvío.

Los flujogramas para el cierre de no conformidades por el sobrepaso de los límites establecidos se diseñaron de manera que las condiciones establecidas como posibles causas del desvío están sujetas a una determinada actividad correctiva de la situación. De establecerse que una condición en particular está ligada al desvío, se procede a efectuar la actividad de cierre de la no conformidad y se vuelve al inicio del flujograma como estrategia de retroalimentación para verificar la normalidad del recuento microbiológico, mientras que si no se corrige el desvío, se procede a indagar un segundo posible origen predeterminado de la contaminación y así sucesivamente.

3.8.2 Plan de mejora para la prevención de eventos de contaminación por coliformes en el área de desposte: Se desarrollo una lista de verificación de aplicación semanal, para establecer relaciones futuras entre los eventos de contaminación y sus causas. De esta manera, cuando se genere un sobrepaso de los límites de recuento establecidos para la población de coliformes totales en cada ambiente, superficie y manipulador, se procederá a revisar los resultados que periódicamente arrojarán estas listas de chequeo, para relacionar o descartar la condición verificada, como causa del evento contaminante. El check list facilitará evidenciar la causa de una condición futura que en un determinado momento esté afectando la inocuidad microbiológica del proceso, pero además, está direccionado a las condiciones de incumplimiento que tuvieron mayor frecuencia al aplicar la lista de verificación actual. De manera complementaria, se realizó un análisis causa – efecto a partir de las condiciones identificadas a través de la aplicación de la lista de verificación, a manera de generar acciones de mejora, que al ser implementadas en la empresa, pudiesen favorecer la disminución en la frecuencia de sobrepasos de los límites microbiológicos establecidos.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 ESTABLECIMIENTO DE INTERVALOS DE TOLERANCIA PARA AMBIENTES, SUPERFICIES Y MANIPULADORES EN EL ÁREA DE

DESPOSTE BOVINO QUE PERMITAN INDICAR LOS LÍMITES DE SOBREPASO EN EL RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES.

Tabla 2. Recuentos de coliformes totales y *E. coli* realizados en los ambientes para el establecimiento de intervalos de tolerancia.

Análisis de Ambientes						
Número de repeticiones	Área del proceso evaluada					
	Desposte Área 1		Desposte Área 2		Empaque	
	Recuento de Coliformes totales	Recuento de <i>E. coli</i>	Recuento de Coliformes totales	Recuento de <i>E. coli</i>	Recuento de Coliformes totales	Recuento de <i>E. coli</i>
1	1	0	0	0	0	0
2	1	0	2	0	2	0
3	0	0	0	0	1	0
4	1	0	1	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	1	0	1	0
7	1	0	0	0	0	0
8	1	0	1	0	1	0
9	0	0	0	0	1	0
10	1	0	1	0	0	0

Tabla 3a. Recuentos de coliformes totales y *E. coli* realizados en las superficies para el establecimiento de intervalos de tolerancia.

Análisis de Superficies								
Número de repeticiones	Superficie del proceso evaluada							
	Cuchillo		Chaira		Peto metálico		Mesa de teflón	
	Recuento de Coliformes totales	Recuento de <i>E. coli</i>	Recuento de Coliformes totales	Recuento de <i>E. coli</i>	Recuento de Coliformes totales	Recuento de <i>E. coli</i>	Recuento de Coliformes totales	Recuento de <i>E. coli</i>
1	5	0	10	0	4	0	4	0
2	0	0	8	0	2	0	2	0
3	4	0	10	0	197	0	21	0
4	57	0	114	0	6	0	5	0
5	2	0	319	40	2	0	3	0
6	1	0	341		105	0	5	0
7	31	0	6	0	4	0	7	0
8	7	0	16	0	5	0	6	0
9	5	0	11	0	1	0	2	0
10	1	0	5	0	62	0	194	0
11	4	0	6	0	1	0	2	0
12	0	0	34	0	3	0	9	0

13	125	0	11	0	3	0	-	-
14	0	0	4	0	2	0	-	-
15	-	-	243	1	-	-	-	-
16	-	-	307	1	-	-	-	-
17	-	-	8	0	-	-	-	-
18	-	-	10	0	-	-	-	-

Tabla 3b. Recuentos de coliformes totales y *E. coli* realizados en las superficies para el establecimiento de intervalos de tolerancia.

Análisis de Superficies								
Número de repeticiones	Superficie del proceso evaluada							
	Banda transportadora		Mesa circular		Soporte para bolsa de empaque		Sierra - Costilla	
	Recuento de Coliformes totales	Recuento de <i>E. coli</i>	Recuento de Coliformes totales	Recuento de <i>E. coli</i>	Recuento de Coliformes totales	Recuento de <i>E. coli</i>	Recuento de Coliformes totales	Recuento de <i>E. coli</i>
1	79	0	1	0	2	1	4	0
2	95	1	4	0	2	0	188	29
3	72	0	0	0	0	0	10	0
4	41	0	1	0	1	0	93	36
5	83	0	3	0	15	0	4	0
6	328	34	0	0	18	0	7	0
7	66	1	5	0	4	0	2	0

8	298	55	3	0	5	0	69	0
9	52	0	0	0	21	0	3	0
10	70	0	0	0	2	0	5	0
11	71	0	1	0	1	0	123	92
12	61	0			4	0	104	87
13	-	-	-	-	1	0	3	0
14	-	-	-	-	0	0	3	0
15	-	-	-	-	-	-	8	0
16	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 4. Recuentos de coliformes totales y *E. coli* realizados en los manipuladores para el establecimiento de intervalos de tolerancia.

Análisis de Manipuladores				
Número de repeticiones	Desinfectante evaluado en desposte			
	Dermoquat		Dermogerm	
	Recuento de Coliformes totales	Recuento de <i>E. coli</i>	Recuento de Coliformes totales	Recuento de <i>E. coli</i>

1	1	0	10	1
2	2	0	11	0
3	1	0	0	0
4	21	5	1	0
5	4	0	4	0
6	5	0	0	0
7	1	0	3	0
8	2	0	2	0
9	141	0	1	0
10	89	0	2	0
11	1	0	1	0
12	0	0	76	2
13	2	0	3	0
14	1	0	31	0
15	-	-	17	2

PROCESO DE ELIMINACIÓN DE DATOS ATÍPICOS PREVIO AL ESTABLECIMIENTO DE INTERVALOS

Tabla 5. Eliminación de datos atípicos para el recuento de coliformes totales en ambientes.

Ambiente de desposte - área 1.					Ambiente de desposte - área 2.					Ambiente del área de empaque.				
Mediana de datos	Datos	Absoluto del dato (-) la mediana	Est. Peña Prieto	Gran Mediana	Mediana de datos	Datos	Absoluto del dato (-) mediana	Est. Peña Prieto	Gran Mediana	Mediana de datos	Datos	Absoluto del dato (-) mediana	Est. Peña Prieto	Gran Mediana
1	1	0	1	< 0,5	0,5	0	0,5	1	0,5	0,5	0	0,5	1	0,5
	1	0	1			2	1,5	3						
	0	1	1			0	0,5	1						
	1	0	1			1	0,5	1						
	0	1	1			0	0,5	1						
	0	1	1			1	0,5	1						
	1	0	1			0	0,5	1						
	1	0	1			1	0,5	1						
	0	1	1			0	0,5	1						
	1	0	1			1	0,5	1						

*= Datos atípicos

*= Datos atípicos

*= Datos atípicos

*= Datos atípicos

Tabla 6a. Eliminación de datos atípicos para el recuento de coliformes totales en superficies.

Superficie de cuchillo					Superficie de Chaira					Superficie de peto metálico				
Mediana de datos	Datos	Absoluto del dato (-) la mediana	Est. Peña Prieto	Gran Mediana	Mediana de datos	Datos	Absoluto del dato (-) la mediana	Est. Peña Prieto	Gran Mediana	Mediana de datos	Datos	Absoluto del dato (-) la mediana	Est. Peña Prieto	Gran Mediana
4	5	1	0,3	3	10,5	10	0,5	0,1	5	4	4	0	0,0	2
	0	4	1,3			8	2,5	0,5			2	2	1,0	
	4	0	0,0			10	0,5	0,1			197	193	96,5	
	57	53	17,7			114	103,5	20,7			6	2	1,0	
	2	2	0,7			319	308,5	61,7			2	2	1,0	
	1	3	1,0			341	330,5	66,1			105	101	50,5	
	31	27	9,0			6	4,5	0,9			4	0	0,0	
	7	3	1,0			16	5,5	1,1			5	1	0,5	
	5	1	0,3			11	0,5	0,1			1	3	1,5	
	1	3	1,0			5	5,5	1,1			62	58	29,0	
	4	0	0,0			6	4,5	0,9			1	3	1,5	

	0	4	1,3			34	23,5	4,7			3	1	0,5	
*= Datos atípicos						11	0,5	0,1			3	1	0,5	
						4	6,5	1,3		*= Datos atípicos				
					*= Datos atípicos									

Tabla 6b. Eliminación de datos atípicos para el recuento de coliformes totales en superficies.

--	--	--

Superficie de mesa de teflón				
Mediana de datos	Datos	Absoluto del dato (-) la mediana	Est. Peña Prieto	Gran Mediana
5	4	1	0,4	2,5
	2	3	1,2	
	21	16	6,4	
	5	0	0,0	
	3	2	0,8	
	5	0	0,0	
	7	2	0,8	
	6	1	0,4	
	2	3	1,2	
	194	189	75,6	
	2	3	1,2	
	9	4	1,6	

*= Datos atípicos

Superficie de banda transportadora				
Mediana de datos	Datos	Absoluto del dato (-) la mediana	Est. Peña Prieto	Gran Mediana
71,5	79	7,5	0,5	15,5
	95	23,5	1,5	
	72	0,5	0,0	
	41	30,5	2,0	
	83	11,5	0,7	
	328	256,5	16,5	
	66	5,5	0,4	
	298	226,5	14,6	
	52	19,5	1,3	
	70	1,5	0,1	
	71	0,5	0,0	
	61	10,5	0,7	

*= Datos atípicos

Superficie de mesa circular				
Mediana de datos	Datos	Absoluto del dato (-) la mediana	Est. Peña Prieto	Gran Mediana
1	1	0	0,0	1
	4	3	3,0	
	0	1	1,0	
	1	0	0,0	
	3	2	2,0	
	0	1	1,0	
	5	4	4,0	
	3	2	2,0	
	0	1	1,0	
	0	1	1,0	

*= Datos atípicos

Tabla 6c. Eliminación de datos atípicos para el recuento de coliformes totales en superficies.

Superficie de soporte para bolsa de empaque					Superficie de sierra - costilla				
Mediana de datos	Datos	Absoluto del dato (-) la mediana	Est. Peña Prieto	Gran Mediana	Mediana de datos	Datos	Absoluto del dato (-) la mediana	Est. Peña Prieto	Gran Mediana
2	2	0	0	2	7	4	3	0,8	4
	2	0	0			188	181	45,3	
	0	2	1			10	3	0,8	
	1	1	0,5			93	86	21,5	
	15	13	6,5			4	3	0,8	
	18	16	8			7	0	0,0	

	4	2	1			2	5	1,3	
	5	3	1,5			69	62	15,5	
	21	19	9,5			3	4	1,0	
	2	0	0			5	2	0,5	
	1	1	0,5			123	116	29,0	
	4	2	1			104	97	24,3	
	1	1	0,5			3	4	1,0	
*= Datos atípicos						3	4	1,0	
						8	1	0,3	
					*= Datos atípicos				

Tabla 7. Eliminación de datos atípicos para el recuento de coliformes totales en manipuladores.

Manipulador desinfectado con Dermoquat.

Mediana de datos	Datos	Absoluto del dato (-) mediana	Est. Peña Prieto	Gran Mediana
2	1	1	1,0	1
	2	0	0,0	
	1	1	1,0	
	21	19	19,0	
	4	2	2,0	
	5	3	3,0	
	1	1	1,0	
	2	0	0,0	
	141	139	139,0	
	89	87	87,0	
	1	1	1,0	
	0	2	2,0	
	2	0	0,0	

*= Datos atípicos

Manipulador desinfectado con Dermogerm.

Mediana de datos	Datos	Absoluto del dato (-) mediana	Est. Peña Prieto	Gran Mediana
2	10	10	5,0	2
	11	11	5,5	
	0	0	0,0	
	1	1	0,5	
	4	4	2,0	
	0	0	0,0	
	3	3	1,5	
	2	2	1,0	
	1	1	0,5	
	2	2	1,0	
	1	1	0,5	
	76	76	38,0	
	3	3	1,5	

*= Datos atípicos

Tabla 8. Dispersión de los datos con respecto a la media en los análisis de ambientes.

Análisis de Ambientes			
Medidas	Área del proceso evaluada		
	Desposte Área 1	Desposte Área 2	Empaque
Promedio	0,60	0,60	0,60
Desviación Estándar	0,52	0,70	0,70
Varianza	0,27	0,49	0,49
Coefficiente de Variación	0,00	0,00	0,00

Tabla 9. Dispersión de los datos con respecto a la media en los análisis de superficies.

Análisis de Superficies				
Medidas	Área del proceso evaluada			
	Cuchillo	Chaira	Peto metálico	Mesa de teflón
Promedio	2,9	8,7	3,1	4,5
Desviación Estándar	2,4	3,6	1,7	2,4
Varianza	5,9	13,1	2,8	5,6
Coefficiente de Variación	0,1	0,3	0,1	0,1
Medidas	Área del proceso evaluada			
	Banda transportadora	Mesa circular	Soporte para bolsa de empaque	Sierra - Costilla
Promedio	69,0	1,7	2,2	4,9
Desviación	15,4	1,9	1,6	2,6

Estándar				
Varianza	236,9	3,6	2,6	6,8
Coefficiente de Variación	10,6	0,0	0,0	0,1

Tabla 10. Dispersión de los datos con respecto a la media en los análisis de manipuladores.

Análisis de Manipuladores		
Medidas	Desinfectante evaluado en desposte	
	Dermoquat	Dermogerm
Promedio	1,90	1,70
Desviación Estándar	1,52	1,34
Varianza	2,32	1,79
Coefficiente de Variación	0,03	0,02

4.1.1. Intervalos en ambientes. Los recuentos obtenidos al analizar los ambientes fueron muy homogéneos, lo cual se aprecia en los coeficientes de variación que fueron cercanos a cero, y en varianzas menores a 0,5 (tabla 8). Además, ambos ambientes mostraron promedios de 0,6 con una significativa

homogeneidad en los recuentos. Por otra parte, al instaurar los intervalos de tolerancia, los límites de alerta no superaron el recuento de 3 UFC, siendo similares los límites de recuento de los tres ambientes evaluados (tabla 11). Es importante destacar que al someter los recuentos provenientes de los análisis de ambientes al proceso de eliminación de datos atípicos no se detectaron datos anormales, lo cual indica que el ambiente tiene un nivel de control apropiado y la empresa puede manejar un nivel de periodicidad bajo en cuanto a los muestreos de control para verificar el comportamiento del recuento de mohos en estos ambientes.

Tabla 11. Intervalos de tolerancia establecidos a partir de los análisis de ambientes.

Análisis de Ambientes			
Límites	Área del proceso evaluada		
	Desposte Área 1	Desposte Área 2	Empaque
	Recuento de Coliformes totales	Recuento de Coliformes totales	Recuento de Coliformes totales
Límite de Alerta Superior.	2	3	3
Límite de Acción Superior.	3	4	4

4.1.2. Intervalos en superficies. El análisis de las superficies mostró en general resultados más heterogéneos que los análisis de ambientes (tabla 9). Al someter los recuentos obtenidos a la detección de datos atípicos se encontró que la sierra – costilla y la chaira fueron las superficies con mayores desvíos con 33,3 y 28,5% de recuentos anormales respectivamente (tablas 6a y 6c), de manera que estas superficies deben ser monitoreadas con periodicidad constante. Además es pertinente, en el caso de la sierra – costilla planificar inspecciones visuales, para detectar residuos cárnicos en áreas que pueden ser de difícil acceso cuando se realizan los procesos habituales de limpieza y desinfección. Es importante destacar que la mesa circular no presentó desvíos, lo cual indica que la técnica de desinfección para esta superficie se ha aplicado correctamente y se podría contemplar una periodicidad de control más baja que la utilizada para las demás superficies.

Por otra parte, todos los límites de alerta obtenidos a partir del análisis de coliformes superficies estuvieron entre 8 y 21 UFC, excepto para la banda transportadora, cuyo límite de alerta correspondió a 121 UFC (tabla 12), además, el coeficiente de variación de esta superficie correspondió a 10.6%, en contraste

con los coeficientes obtenidos para las demás superficies, los cuales fluctuaron entre 0 y 0,3 (tabla 9). Estos hallazgos pueden indicar la necesidad de realizar cambios en la técnica de desinfección de la banda transportadora, puesto que es una superficie con ranuras y áreas de difícil acceso, de manera que periódicamente se podría dar un tratamiento especial, como la inmersión en desinfectante, teniendo en cuenta que es una superficie de contacto directo con el producto.

Tabla 12. Intervalos de tolerancia establecidos a partir de los análisis de superficies.

Análisis de Superficies				
Límites	Área del proceso evaluada			
	Cuchillo	Chaira	Peto metálico	Mesa de teflón
	Recuento de Coliformes totales	Recuento de Coliformes totales	Recuento de Coliformes totales	Recuento de Coliformes totales
Límite de Alerta Superior.	11	21	9	13
Límite de Acción Superior.	14	25	10	15
Límites	Banda transportadora	Mesa circular	Soporte para bolsa de empaque	Sierra - Costilla
	Recuento de Coliformes totales	Recuento de Coliformes totales	Recuento de Coliformes totales	Recuento de Coliformes totales
	Límite de Alerta Superior.	121	8	8
Límite de Acción Superior.	137	10	9	16

4.1.3. Intervalos en manipuladores. En cuanto al análisis de manipuladores, para los desinfectados con dermoquat, como para los desinfectados con dermogerm se presentó un desvío en el recuento de coliformes del 23% de las muestras tomadas (tabla 7), lo que implica la necesidad de sensibilización a los operarios sobre la importancia de la técnica de desinfección para evitar que sus manos se conviertan en una fuente de contaminación cruzada. Las varianzas en los manipuladores indicaron homogeneidad en la distribución de los datos tomados (tabla 10), y los límites de alerta para el recuento de coliformes totales fueron similares (tabla 13).

Tabla 13. Intervalos de tolerancia establecidos a partir de los análisis de manipuladores.

Análisis de Manipuladores		
Desinfectante evaluado en desposte		
Límites	Dermoquat	Dermogerm
	Recuento de Coliformes totales	Recuento de Coliformes totales
Límite de Alerta Superior.	7	6
Límite de Acción Superior.	9	8

4.2 IDENTIFICAR LOS PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL EN EL ÁREA DE DESPOSTE DE BOVINOS Y LAS CONDICIONES QUE TRASVERSALIZAN EL PROCESO DE DESPOSTE SUSCEPTIBLE DE FAVORECER LA CONTAMINACIÓN CRUZADA.

4.2.1 Caracterización de las condiciones que transversalizan el proceso.

4.2.1.1 Clasificación de los ambientes, superficies y manipuladores en niveles de probabilidad de ocurrencia.

Tabla 14. Condiciones generales obtenidas a partir del establecimiento de intervalos de tolerancia en el área de desposte bovino.

Muestra	% de Datos atípicos	Desviación estándar	Clasificación (probabilidad de ocurrencia)	Límite para coliformes (UFC)
Ambiente de desposte - área 1.	0%	0.5	B	2
Ambiente de desposte - área 2.	0%	0.7	B	3
Ambiente del área de empaque.	0%	0.7	B	3

Superficie de Cuchillo.	16.6%	2.4	M	11
Superficie de Chaira.	28.5%	3.6	A	21
Superficie de peto metálico.	23.1%	1.7	A	9
Superficie de mesa de teflón.	16.6%	2.4	M	13
Superficie de banda transportadora.	16.6%	15.4	M	121
Superficie de mesa circular.	0%	1.9	B	8
Superficie de soporte para bolsa de empaque.	23.1%	1.6	A	8
Superficie de sierra – costilla.	33.3%	2.6	A	14
Manipulador desinfectado con Dermoquat.	23.1%	1.5	A	7
Manipulador desinfectado con Dermogerm.	23.1%	1.3	A	6
Probabilidad de ocurrencia B (baja): 0 – 11.1; M (media): 11.2 – 22.2%; A (alta): 22.3 – 33.3%.				

Para facilitar el análisis integral de los resultados, se estableció la frecuencia de aparición de los datos atípico en cada ambiente, superficie y manipulador, tal como se aprecia en la tabla 14, donde además se indicó la desviación estándar para dar una idea del nivel de variabilidad de los datos obtenidos, el límite de recuento de coliformes establecido a partir de los intervalos de tolerancia y la clasificación de cada ambiente, superficie y manipulador, en un nivel de probabilidad de ocurrencia (bajo, medio o alto), según su registro correspondiente a la frecuencia de datos atípicos generados durante el proceso de establecimiento de los intervalos de tolerancia.

A partir de la clasificación de los ambientes, superficies y manipuladores en los niveles de probabilidad de ocurrencia enunciados, se estableció la frecuencia de aparición de dichos niveles (ver figura 4), encontrándose que el 46% de los ambientes, superficies y los manipuladores evaluados, fueron agrupados en la clasificación respectiva como de alta probabilidad de ocurrencia, lo cual indica que el proceso tiene una tendencia hacia la generación de un número importante de desvíos. Las superficies y manipuladores clasificados en el nivel alto, como la superficie de la chaira, sierra costilla, entre otros (tabla 14), presentaron tres o más desvíos, mientras que los agrupados en el nivel medio en cuanto a frecuencia de aparición de datos atípicos, como la superficie de cuchillo o la mesa de teflón,

tuvieron una o dos desviaciones, y los clasificados dentro del grupo bajo, como los ambientes o la mesa circular, no tuvieron desvío alguno.

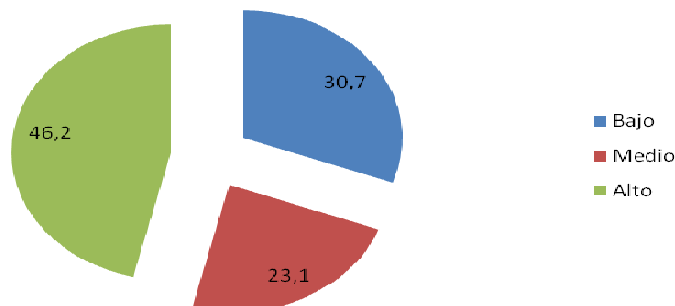


Figura 4. Frecuencia de desviación de datos atípicos teniendo en cuenta la probabilidad de ocurrencia.

4.2.1.2 Aplicación de la lista de verificación en el área de desposte de la empresa. Inicialmente se realizó un proceso de revisión general, en el cual se inspeccionaron los manuales y registros relacionados con el proceso de desposte, y se verificó la coherencia de estos con la ejecución de actividades y conductas adoptadas por parte de los operarios en el área en cuestión. Posteriormente, se diseñó y aplicó un check list (10 visitas), intencionado hacia las condiciones detectadas en la verificación inicial. La figura 5 muestra el porcentaje de cumplimiento de las condiciones monitoreadas en el proceso de desposte, con un nivel de cumplimiento del 62,2%. Este resultado indica que gran parte de las condiciones monitoreadas son de manera nula o limitada, susceptibles de convertirse en un foco de contaminación, pero además, revela la existencia en el proceso de desposte, de actividades que no guardan coherencia con las indicaciones establecidas en los manuales, hallazgos como la acumulación de residuos orgánicos en algunas superficies, entre otros, que finalmente podrían derivar en la calidad microbiológica del producto, constituyéndose en un riesgo para el consumidor.
esta

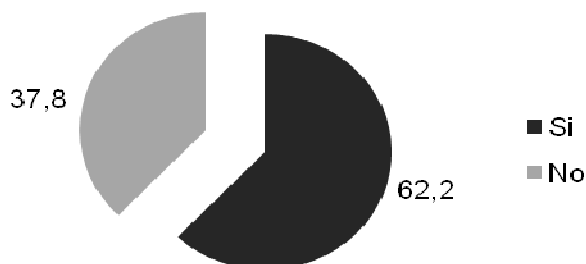


Figura 5. Cumplimiento de las condiciones de verificación a partir de la aplicación del check list en la empresa.

4.2.1.2.1 Condiciones de mayor cumplimiento. Entre las condiciones monitoreadas se consideraron como de mayor cumplimiento la desinfección de columnas, la aplicación del desinfectante en un término adecuado de tiempo y la

coherencia del uso de los desinfectantes con el cronograma respectivo (figura 6), aspectos verificados en la integridad de su cumplimiento durante el 100% de las visitas. Otros aspectos como la aplicación de procedimientos de limpieza y desinfección, dosificación de los desinfectantes y los hábitos de higiene, tuvieron resultados de cumplimiento favorable, entre el 70 y 90%, lo cual indica que normalmente existe una tendencia hacia su cumplimiento y por consiguiente, constituyen un riesgo inusual en el área de desposte. Es importante indicar que los aspectos resaltados están en su mayoría relacionados con el cumplimiento los protocolos de limpieza y desinfección establecidos en la empresa, y por consiguiente, con la aplicación de la instrucción suministrada para ejecutar tales protocolos.

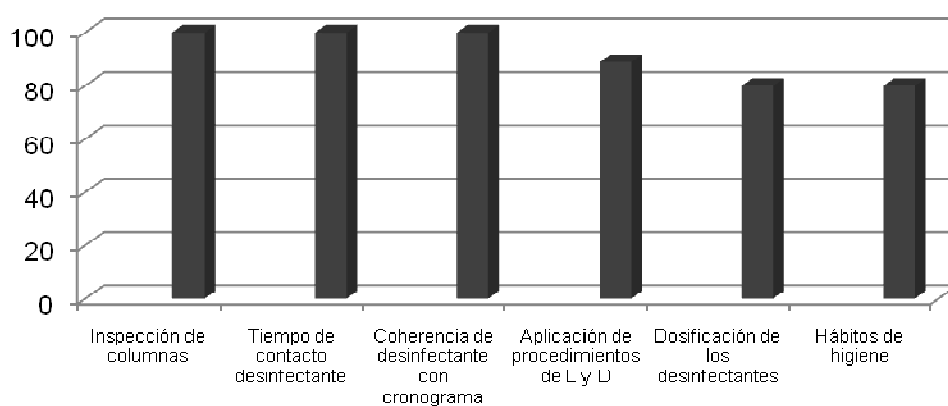


Figura 6. Condiciones de mayor cumplimiento en la empresa a partir de la aplicación del check list.

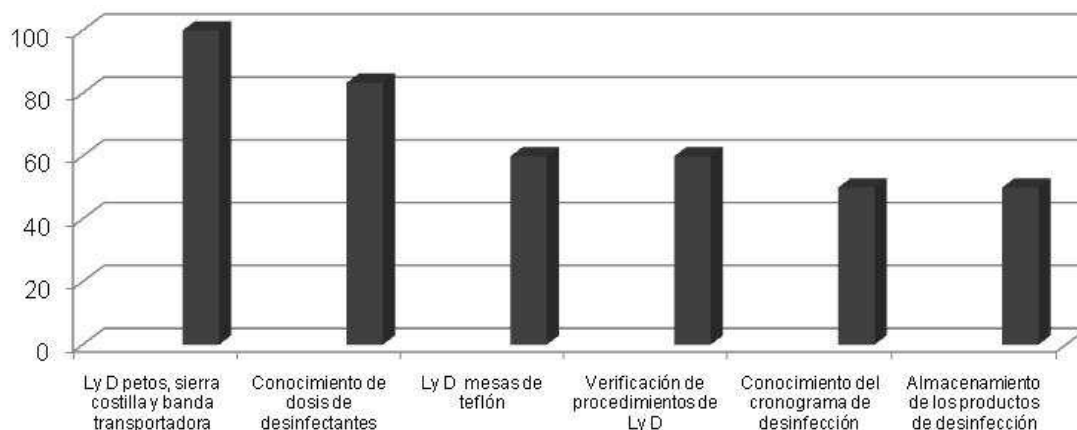


Figura 7 Condiciones de menor cumplimiento en la empresa a partir de la aplicación del check list.

4.2.1.2.2 Condiciones de menor cumplimiento.

- **Limpieza y desinfección de superficies.** Al establecer las condiciones de menor cumplimiento en el área de desposte, se denotaron falencias relacionadas con la limpieza y desinfección de petos, sierra costilla y banda transportadora, dado que se percibieron condiciones ineficientes de limpieza y desinfección en el 100% de los check list realizados (figura 7). Durante el proceso se observaron residuos, productos de operaciones de lavado ineficiente en los petos y la sierra-costilla, mientras que se apreciaron áreas oscurecidas en la banda transportadora, producto de la acumulación periódica de residuos orgánicos, e igualmente, se observó acumulación de residuos en la mesa de teflón en el 60% de las verificaciones efectuadas. Estos hallazgos guardan coherencia con la presentación de eventos atípicos, principalmente en superficies como la sierra-costilla que en el proceso de establecimiento de intervalos de tolerancia tuvo una frecuencia del 33% para la generación de datos atípicos (tabla 14), y con el menor cumplimiento obtenido para otras condiciones monitoreadas, como la verificación de los procedimientos de limpieza y desinfección (la cual tuvo un nivel de incumplimiento en el 60% de los check list desarrollados), que constituye una actividad de retroalimentación determinante para establecer la correcta aplicación de las actividades tendientes a limitar el desarrollo de microorganismos indeseables en las superficies y equipos. Otras situaciones detectadas se relacionan con el desconocimiento del cronograma de desinfección y de la dosis utilizada para los desinfectantes, aspectos que podrían estar relacionados con la ausencia de estrategias de socialización y documentación respecto a los cambios de desinfectantes, concentraciones y periodicidad de uso.
- **Programa de capacitación.** El programa de capacitación de la empresa tiene una periodicidad mensual, en la cual se abordan temáticas relacionadas con la manipulación, conocimiento de las enfermedades zoonóticas, manejo de residuos sólido y líquidos, entre otros. Sin embargo, el programa no contempla un proceso de instrucción continuo sobre las condiciones de uso y preparación de los desinfectantes, aspecto que podría estar influyendo en la aplicación correcta de los procedimientos de limpieza y desinfección de algunas superficies, incluyendo la dosificación requerida, puesto que estos aspectos fueron los de mayor nivel de incumplimiento registrados en las verificaciones efectuadas. A esto se suma la situación en la cual, los operarios son cambiados de área, haciéndose necesaria la debida instrucción.
- **Aplicación para el programa de Limpieza y Desinfección.** Este programa se encuentra documentado y se ha contemplado un cronograma para su ejecución organizada, sin embargo, se detectaron cambios de desinfectantes que no fueron registrados en los manuales. Esta condición se suma al hecho en el cual, el 50% de las verificaciones realizadas registró el desconocimiento del cronograma de desinfección por parte de los operarios y durante el 60% de las visitas se evidenciaron falencias relacionadas con la actualización de los registros de verificación de la limpieza y desinfección (figura 7). Además de lo

anterior, la empresa no efectúa validaciones de para verificar la efectividad de la concentraciones de uso de los nuevos desinfectantes, recomendadas por el fabricante, y solo se realiza monitoreo de la degradación de desinfectantes usado para la desinfección de canales.

- **Otras falencias percibidas.** Además de los aspectos anteriormente enunciados, se observó de manera infrecuente, como condición incidente para favorecer la contaminación en el proceso de desposte, la apertura de puertas hacia el área de almacenamiento de producto que tardaban más de quince minutos en ser cerradas, lo cual además de favorecer la entrada de microorganismos, vehiculados por las corrientes de aire, favorece el aumento de la temperatura en desposte y por lo tanto, la tasa de multiplicación de los microorganismos existentes en el área. También se denotó la ausencia de desinfección de ganchos de izado, ausencia de desinfección periódica o en cambios de actividad por parte de los operarios, la generación de focos de contaminación por acumulación de residuos en banda transportadora, sierracanal y otras superficies, y la contaminación de manos posterior a la desinfección por contacto con superficies, indumentaria e incluso, por contacto con áreas del cuerpo como cara o cabello.

4.2.1.2.3 Clasificación de los hallazgos de contaminación según su origen.

Posteriormente se realizó una clasificación del origen de los hallazgos que se podrían relacionar con las desviaciones en los límites del recuento de coliformes (figura 8), determinándose si obedecían a causas humanas, de proceso, o por integridad de los insumos, lo que finalmente se convierte para la empresa en oportunidades de mejora. Como se puede observar en la figura 8, un importante grupo de desvíos se relaciona con falencias de proceso, algunos están relacionados con la importancia de suministrar al operario la debida instrucción, y garantizar que dicho conocimiento se mantenga integro en el tiempo, de modo que los procedimientos se apliquen tal como están escritos. Otras falencias de proceso están relacionadas con la técnica de L y D y con los focos ocultos; ambos son aspectos confluyentes, teniendo en cuenta que al detectarse focos ocultos, es preciso efectuar modificaciones en el procedimiento de limpieza y desinfección respectivo. Igualmente, se han relacionado falencias inherentes al factor humano, teniendo en cuenta que actualmente se dispone en el mercado de soluciones que hacen efectivo el proceso de limpieza y desinfección, circunstancias en las cuales cual, la aplicación de la técnica por parte del operario se convierte en un factor determinante, y para ello se requiere que el personal tenga compromiso y responsabilidad frente a una actividad relacionada con la salud pública, como es el consumo de alimentos generados de manera inocua. Finalmente se han contemplado aspectos relacionados con la efectividad y estabilidad de las soluciones detergentes y desinfectantes, teniendo en cuenta que las condiciones de almacenamiento fueron consideradas inapropiadas en el 50% de las verificaciones realizadas (figura 7) y puesto que en ocasiones, estas soluciones después de adquiridas, son almacenada en condiciones inapropiadas, con la

posibilidad de afectarse la estabilidad química y consecuentemente la efectividad del compuesto. A esto se suma el desarrollo en proceso, de cepas resistentes a los desinfectantes, aspecto que se evidencia por la pérdida de la eficacia del desinfectante y amerita el desarrollo de actividades direccionadas a la erradicación de dichas cepas.

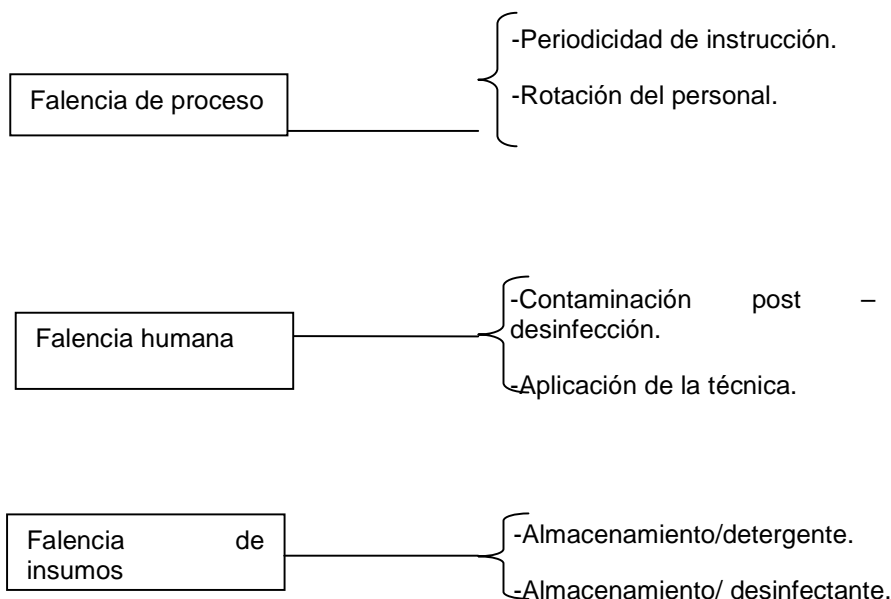


Figura 8. Clasificación de las condiciones promotoras de procesos de contaminación microbiológica según su origen.

Teniendo en cuenta las condiciones que transversalizan el proceso, la frecuencia de desviación de datos atípicos y los hallazgos relacionados con la contaminación microbiológica durante los muestreos para el proceso de establecimiento de intervalos, se desarrollaron los flujogramas para el cierre de no conformidades en cuanto al sobrepaso de los límites establecidos para el recuento de coliformes que a continuación se describen.

4.2.2 Establecimiento de un esquema de puntos críticos microbiológicos en el proceso de desposte. Teniendo en cuenta la influencia directa de algunos de los peligros detectados, se realizó un análisis de puntos críticos sobre las actividades secuenciales del proceso de desposte, con el propósito de determinar la existencia de fase (s) alguna en la cual, el producto fuese susceptible de contaminación microbiológica como peligro instaurado. La figura 9 muestra el árbol de decisiones aplicado al proceso de desposte, área en la cual se focalizó el presente estudio, mientras en la aplicación posterior del árbol de decisiones se determinó que las etapas que integran el proceso de desposte no corresponden a puntos críticos de control (PCC), y que en su mayoría, la inocuidad de dichos

procesos puede ser controlada a través de los prerrequisitos incluidos en las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), principalmente con el programa de limpieza y desinfección.

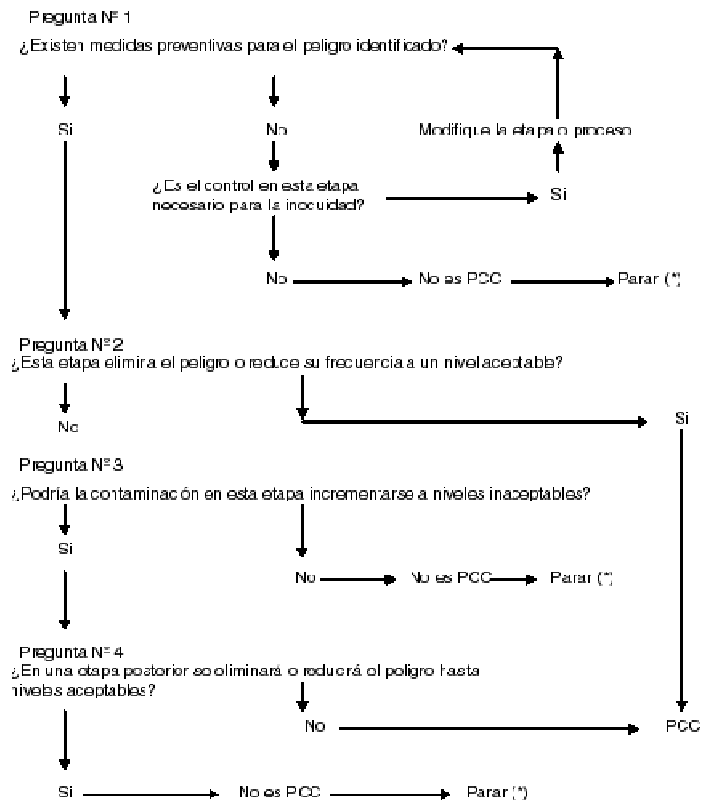


Figura 9. Árbol de decisiones para la identificación de puntos críticos de control.

No obstante, durante la fase del desposte denominada “Desplazamiento del producto sobre banda transportadora”, el análisis de riesgos evidenció la necesidad de modificar la etapa del proceso, aspecto coherente con el flujograma para el cierre de no conformidades microbiológicas establecido para la banda transportadora, en el cual se contempló como primera fuente de sobrepaso a los límites de tolerancia establecidos, la existencia de focos ocultos, y como primera actividad reactiva, el desarme y desinfección de la banda, para eliminar cualquier fuente de microorganismos indeseables al proceso (figura 11). Esta confluencia de criterios reafirma la importancia de que la empresa incluya dentro del procedimiento de limpieza y desinfección de la banda transportadora, de manera permanente (es decir, cada vez que se ejecute el procedimiento), actividades como el desarme de la banda previo a su desinfección, y de ser posible, actividades con menor periodicidad, como la inmersión en desinfectante a doble

concentración. Estas actividades podrían contribuir a la reducción en el sobrepaso de los límites establecidos, y consecuentemente, a la inocuidad del proceso.

I. Corte de la media canal en piezas más pequeñas.

Peligro: Contaminación con utensilios.

- ¿Existen medidas preventivas para el peligro identificado?

Si. Limpieza y desinfección de los utensilios.

- ¿Esta etapa elimina el peligro o reduce el riesgo a un nivel aceptable?

No.

- ¿Podría la contaminación de esta etapa incrementarse a niveles inaceptables?

No.

No es un PCC.

II. Corte del producto en piezas comerciales.

Peligro: Contaminación con utensilios.

- ¿Existen medidas preventivas para el peligro identificado?

Si. Limpieza y desinfección de los utensilios.

- ¿Esta etapa elimina el peligro o reduce el riesgo a un nivel aceptable?

No.

- ¿Podría la contaminación de esta etapa incrementarse a niveles inaceptables?

No.

No es un PCC.

III. Corte de piezas con sierra costilla.

Peligro: Acumulación de residuos.

- ¿Existen medidas preventivas para el peligro identificado?

Si. Limpieza y desinfección de la superficie.

- ¿Esta etapa elimina el peligro o reduce el riesgo a un nivel aceptable?

No.

- ¿Podría la contaminación de esta etapa incrementarse a niveles inaceptables?

No.

No es un PCC.

IV. Desplazamiento del producto sobre banda transportadora.

Peligro: Focos de contaminación oculto.

- ¿Existen medidas preventivas para el peligro identificado?

No. Actualmente no se hace desarme para desinfección interna.

- ¿Es el control en esta etapa necesario para la inocuidad?

Si.

Modifique la etapa o proceso.

V. Empaque.

Peligro: Contaminación con superficie de soporte de bolsa.

- ¿Existen medidas preventivas para el peligro identificado?

Si. Limpieza y desinfección de la superficie.

- ¿Esta etapa elimina el peligro o reduce el riesgo a un nivel aceptable?

No.

- ¿Podría la contaminación de esta etapa incrementarse a niveles inaceptables?

No.

No es un PCC.

4.3 DESARROLLAR LOS PROCEDIMIENTOS PARA EL MONITOREO Y CIERRE DE NO CONFORMIDADES MICROBIOLÓGICAS EN LOS AMBIENTES, SUPERFICIES Y MANIPULADORES DEL ÁREA DE DESPOSTE BOVINO, TENIENDO EN CUENTA LAS CONDICIONES QUE TRANSVERSALIZAN DICHO PROCESO.

4.3.1 Procedimiento de cierre de no conformidad - Análisis de ambientes. Al realizar los análisis de ambientes para el establecimiento de intervalos de tolerancia no se presentaron datos atípicos, las desviaciones estándar fueron iguales o menores de 0.7, lo cual indica baja variabilidad, y los límites no superaron las 3 UFC (tabla 14). Dado que los ambientes del área de desposte y empaque no tuvieron datos atípicos a lo largo del proceso de instauración de intervalos de tolerancia, la ocurrencia de eventos de sobrepaso de los límites establecidos para el recuento de coliformes totales bien podría considerarse un evento de limitada frecuencia. En caso de generarse tales eventos, se han tenido consideraciones hipotéticas (extrapoladas de la experiencia) sobre las causales de dichos fenómenos, puesto que a parte de las falencias de hermeticidad, producto de apertura de puertas por espacios prolongados de tiempo que se denotó, aunque de manera poco frecuente, en el ejercicio de verificación realizado, ninguna constituye un defecto crítico que pudiese constituir riesgo alguno para la alteración microbiológica de estos ambientes.

Inicialmente se ha considerado la hermeticidad (cierre automáticos y ajuste hermético de puertas, así como ausencia de corrientes de aire a partir de ventanas, puertas abiertas, entre otras), como un factor incidente en la presentación de eventos de contaminación ambiental dentro de las empresas de alimentos (ver figura 10), sin embargo, en las empresas que cumplen con las condiciones de edificaciones e instalaciones exigidas en el decreto 3075, este factor se considera asociado en mayor medida a las prácticas del personal, por lo cual se toma como medida reactiva, e incluso preventiva, el desarrollo de procesos de sensibilización. Otro evento a considerar es la generación de humedad excesiva en el ambiente, que en el caso de los frigoríficos, es producto de los sistemas de refrigeración y/o de la nebulización ambiental. En este último caso, el evento se asocia a frecuencias excesivas de nebulización y su corrección se genera a partir de la validación del tiempo de nebulización mínimo requerido

para mantener los ambientes al límite de los recuentos de coliformes preestablecidos. En el caso de los sistemas de refrigeración que aportan mayor humedad relativa al ambiente, se promueve el uso de sistemas deshumidificadores, o los ajustes al sistema de refrigeración. Además se contempló el suceso en el que se presenta acumulación de microorganismos en los ductos de refrigeración, aunque en el caso de los coliformes no es un evento común, puesto que no corresponden a microorganismos esporulados o que posean mecanismos de supervivencia en condiciones limitadas de nutrientes. En estos casos, la empresa podría optar por la administración de desinfectante en estado gaseoso (generalmente se utiliza formaldehído al 10%) en el área de contaminación. Así mismo, para evitar contaminaciones originadas desde los ductos de enfriamiento, la empresa podría optar por la implantación de filtros en las salidas de aire.

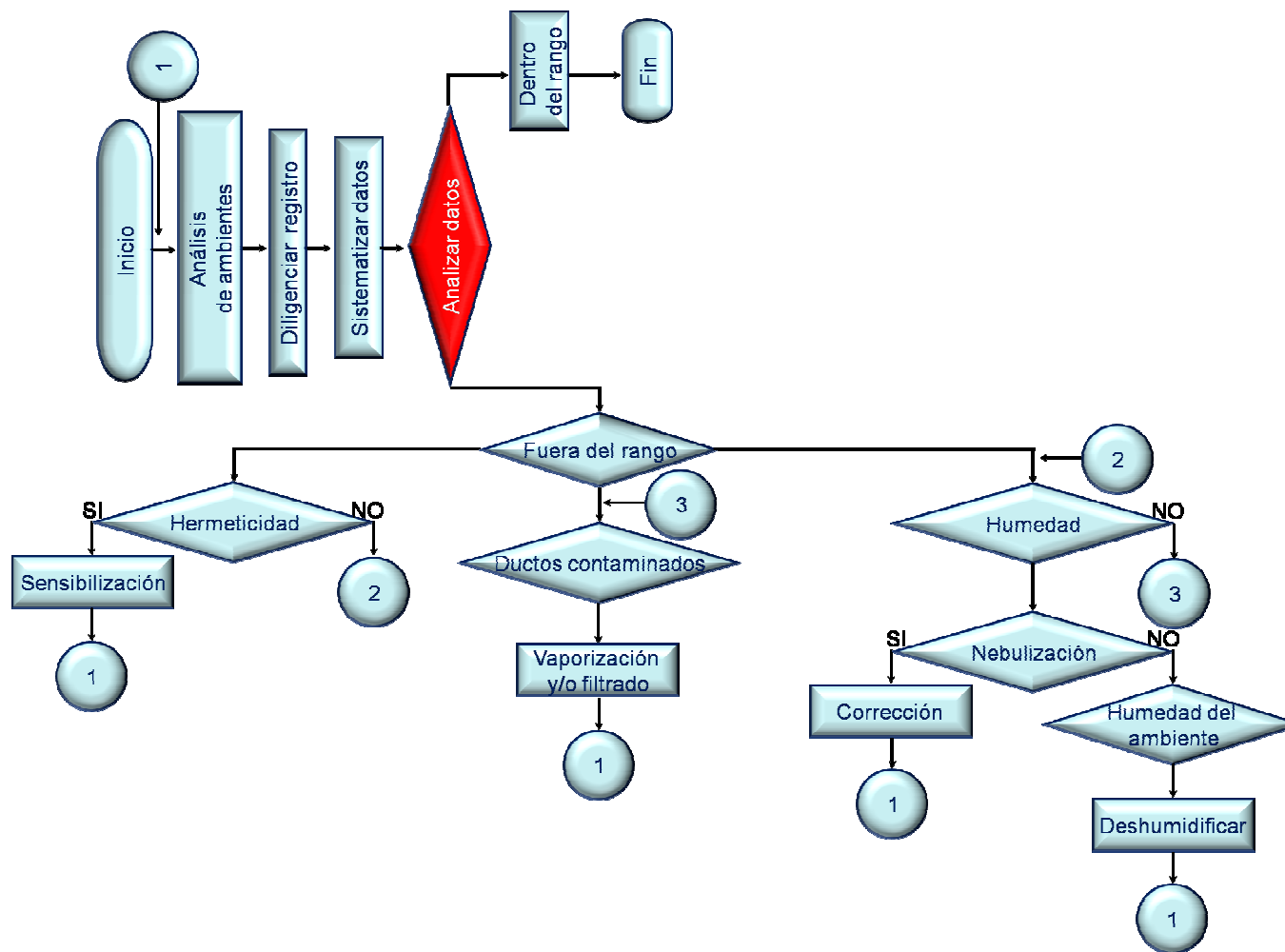


Figura 10. Flujograma para el cierre de no conformidades por el sobrepaso de los límites establecidos para el recuento de coliformes en ambientes.

4.3.2. Procedimiento de cierre de no conformidad - Análisis de manipuladores. Durante el proceso de establecimiento de intervalos de tolerancia se evidenció la eficacia de los desinfectantes utilizados (ambos correspondieron a amonios cuaternarios), generándose recuentos entre 0 – 5 UFC/mano (exceptuando los datos atípicos) y consecuentemente, límites estrictos para el recuento de coliformes totales (7 UFC/mano para operarios desinfectados con Dermoquat y 6 UFC/mano para operarios desinfectados con Dermogerm) (tabla 14). No obstante, se presentaron datos atípicos con una frecuencia del 23%, valor que según la clasificación establecida, corresponde a una probabilidad de ocurrencia alta. Los anteriores hallazgos indican que los factores desencadenantes de recuentos de coliformes por encima de los límites establecidos en manos de operarios, están principalmente relacionado con la ejecución del proceso de limpieza y desinfección (ver figura 11). Esta condición es coherente con la designación de los operarios como vehículos importantes de contaminación dentro de las condiciones que transversalizan el proceso, por lo cual se planteó como actividad inicial frente al sobrepaso de los límites en el recuento de coliformes totales en manos de operarios, la generación de conciencia impartida a través de sensibilización del equipo de trabajo responsable de las operaciones de desposte. Estas actividades podrían tener como base, los eventos que hipotéticamente podrían presentarse durante el proceso de lavado (desinfección parcial de las manos, interdigitales no desinfectados eficazmente), así como las consecuencias que para el consumidor podrían traer estos descuidos. Igualmente, se deberá revisar la periodicidad de las instrucciones, puesto que es común que el manipulador, en su trasegar empírico laboral, varíe paulatinamente el procedimiento inicialmente impartido y validado. Además, se tendrá en cuenta, la rotación del personal en el proceso de desposte, aspecto que podría ser causal de la ocurrencia esporádica de recuentos aumentados.

Al no encontrarse evidencia de la aplicación de la técnica como factor desencadenante del sobrepaso de los intervalos, se deberá tener en cuenta la contaminación a través del contacto de las manos del operario con superficies contaminadas, como paredes o cortinas plásticas, e incluso su propia indumentaria de trabajo (petos o guantes metálicos contaminados, entre otros), inmediatamente después de una limpieza y desinfección correcta de manos. En este caso se deberá controlar y comprobar la periodicidad y eficiencia de la limpieza y desinfección de la indumentaria y superficie. En caso de no evidenciarse tal condición, la contaminación post-lavado podría ser causa de malos hábitos higiénicos como el contacto de las manos con el cabello o rostro, aspectos que requieren de actividades continuas de sensibilización. Como última alternativa se ha dejado la disminución en la efectividad del desinfectante, producto de la generación de cepas con algún nivel de resistencia, de manera que podrían generarse actividades de desinfección que contemplen concentraciones mayores a las comúnmente utilizadas.

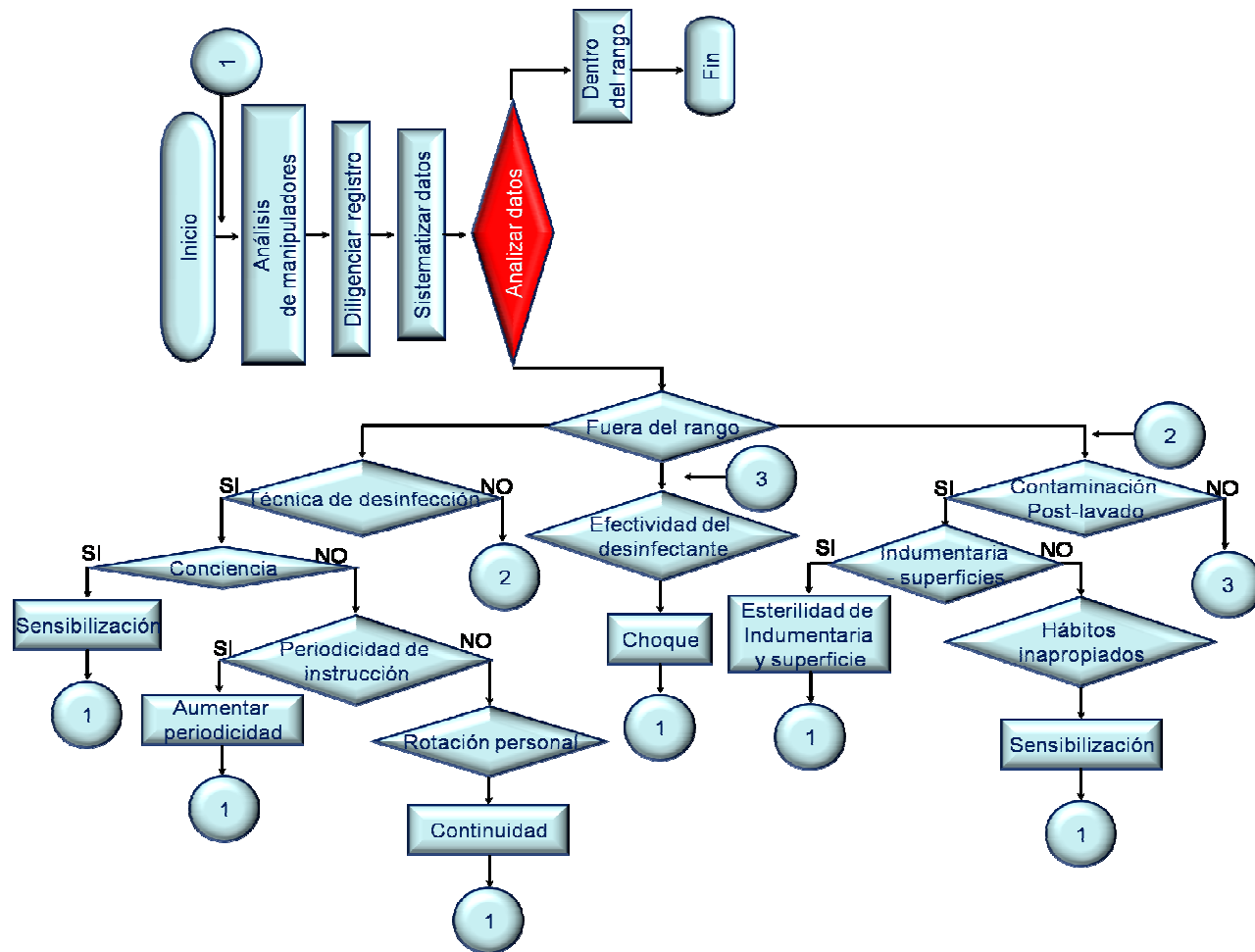


Figura 11. Flujograma para el cierre de no conformidades por el sobrepaso de los límites establecidos para el recuento de coliformes en manipuladores.

4.3.3. Procedimiento de cierre de no conformidad - Análisis de las superficies de cuchillos y chairas. Durante el establecimiento de intervalos de tolerancia, la superficie de cuchillo tuvo una frecuencia de aparición de datos atípicos de 16.6%, por lo que fue clasificada como de mediana probabilidad de ocurrencia, mientras, la superficie de la chaira tuvo una frecuencia de datos atípicos de 28.5%, clasificándose como de alta probabilidad de ocurrencia (tabla 14). Las superficies de cuchillos y chairas han sido agrupadas teniendo en cuenta sus características físicas y similitud en cuanto a los procesos de limpieza y desinfección a los cuales son sometidas. En el caso de las características físicas, los cuchillos y chairas normalmente constan de un área metálica, no porosa, no absorbente, por lo que es fácilmente desinfectada, sin embargo, ambos poseen un mango elaborado normalmente en plástico, susceptible a la acumulación de microorganismos. Esta consideración implica la generación de contaminación cruzada hacia el producto durante el corte de las piezas cárnicas durante el desposte. Dada esta condición, en el caso de presentarse recuentos en las poblaciones de coliformes por encima de los límites establecidos para cuchillos y chaira, es pertinente tomar como medida inicial la generación de conciencia a través de procesos de sensibilización (ver figura 12). Otra alternativa a tener en cuenta, relacionada con la aplicación de la técnica es la periodicidad de instrucción, de manera que se deberá aumentar la frecuencia de capacitación y tener en cuenta estrategias para la generación de impacto. Así mismo, se deberá tener en cuenta la rotación del personal para contribuir a limitar la presentación de estos eventos.

Por otra parte, en caso que no se detecten falencias relacionadas con la conciencia como origen del sobrepaso en los límites de coliformes totales respectivos, se indagará sobre la forma de preparación del desinfectante, de manera que se pueda verificar si las condiciones de preparación, concentración final y especificaciones del producto (degradación) son las apropiadas. De manera alternativa, el desinfectante podría estar perdiendo efectividad, por lo cual, ante la verificación de la apropiada preparación del desinfectante, se deberá realizar un choque a doble concentración del desinfectante para eliminar cepas del área de desposte que hayan desarrollado resistencia. Además, es importante validar la efectividad de los desinfectantes a partir de pruebas como la evaluación de la capacidad desinfectante, utilizando la concentración preestablecida por el fabricante, frente a aislamientos provenientes del área de desposte. Dado que los cuchillos y chairas presentan áreas susceptibles de acumulación de coliformes, se plantea como última alternativa (después de agotar las anteriores), la reformulación de la técnica, de manera que en esta se incluyan actividades periódicas como la inmersión completa del desinfectante y el cepillado profundo con la solución detergente, que ayuden a eliminar acumulaciones de microorganismo, principalmente en ranuras de las superficies plásticas de estos elementos.

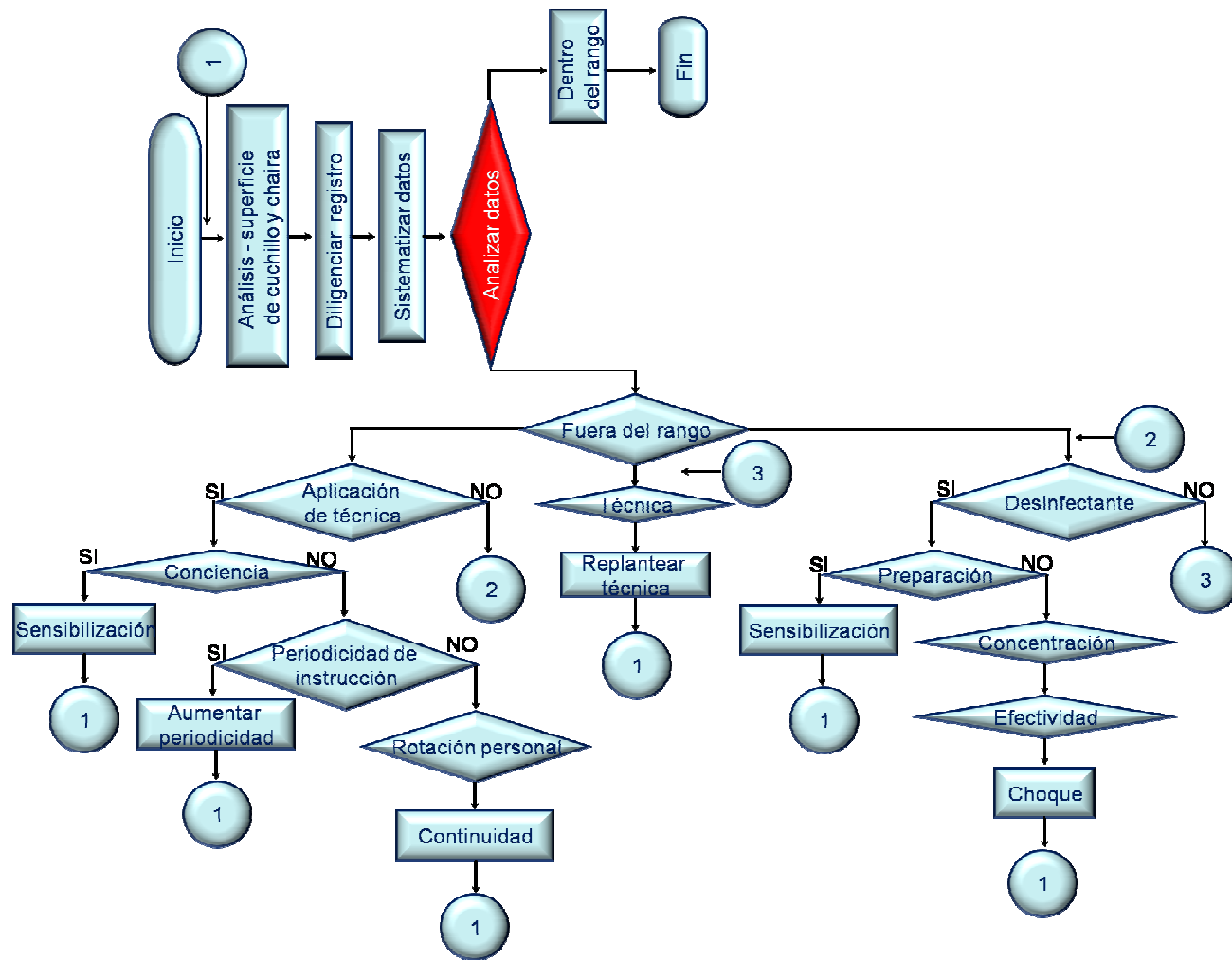


Figura 12. Flujograma para el cierre de no conformidades por el sobrepaso de los límites establecidos para el recuento de coliformes en las superficies de cuchillo y chaira.

4.3.4. Procedimiento de cierre de no conformidad - Análisis de la superficie mesa de teflón. Durante el proceso de establecimiento de intervalos el recuento de coliformes totales en la mesa de teflón presentó datos atípicos en un 16.6%, lo cual corresponde a una probabilidad de ocurrencia media con respecto a todos los análisis realizados en el área de desposte, siendo el límite de sobrepaso determinado 13 UFC/100cm² (tabla 14). Además, durante las visitas de verificación a la empresa se notó que en algunas ocasiones se presentaba un ligero oscurecimiento de las mesas de teflón, producto de la acumulación paulatina de residuos microscópicos de materia orgánica, los cuales, traen como consecuencia que el desinfectante no llegue directamente al contacto con algunos microorganismos, o bien puede este, ser parcialmente inactivado, con la consecuencia en ambos casos, de los recuentos por encima de los límites establecidos.

En concordancia con lo anteriormente mencionado, se han tomado las deficiencias en los procesos de limpieza como la primera condición susceptible de indagación (ver figura 13), en caso de sobrepaso de los límites establecidos, verificando inicialmente, la correcta ejecución de la técnica en cuanto al proceso de lavado y enjuague, haciendo especial énfasis en el cumplimiento cabal de la actividad del restregado por parte del operario. En caso que la aplicación de la técnica no tenga incidencia en el evento de contaminación, es altamente probable que la contaminación se presente por causa de acumulación de residuos microscópicos de materia orgánica a través del tiempo, condición verificable a través de la inclusión de su seguimiento dentro de un "check list" de condiciones críticas en el área de desposte. De comprobarse que tal condición se presenta de manera acumulativa, es pertinente considerar el cambio de detergente por otro que actúe de manera más efectiva frente a la materia orgánica, mientras que si se verifica que el evento se desencadenó por un proceso de acumulación transitoria se deberá verificar la estabilidad e integridad del detergente.

En el caso que no existan evidencias de acumulación de materia orgánica, se indagará sobre la influencia de una deficiente desinfección, generándose procesos de sensibilización en caso de comprobarse la preparación deficiente del desinfectante. De manera alternativa, se verificará si se está presentando un proceso de pérdida de la capacidad desinfectante, a partir de cepas que gradualmente están adquiriendo resistencia, condición en la cual, se procederá a efectuar actividades de preparación y aplicación del desinfectante a mayor concentración que la utilizada normalmente. Complementariamente, es importante validar la concentración sugerida por el fabricante de cada desinfectante aplicado, frente a cepas aisladas dentro del proceso de desposte, para lo cual se deberá contar con la ayuda del laboratorio con el cual se contratan los servicios de control microbiológico.

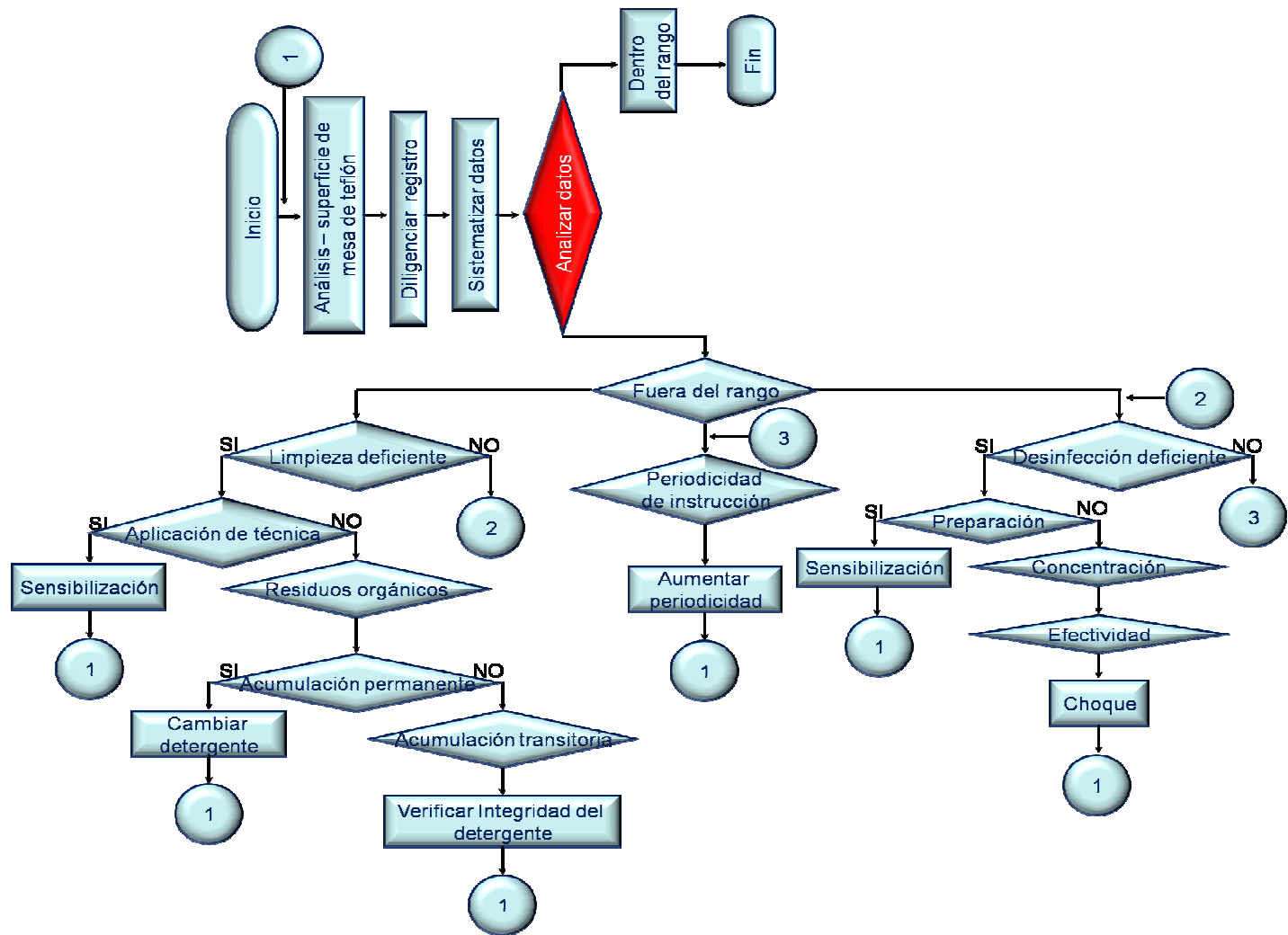


Figura 13. Flujograma para el cierre de no conformidades por el sobrepaso de los límites establecidos para el recuento de coliformes en la superficie mesa de teflón.

4.3.5. Procedimiento de cierre de no conformidad - Análisis de las superficies de petos metálicos y sierra-costilla. Durante el establecimiento de límites para el recuento de coliformes totales, la superficie de peto metálico mostró un 23% y la sierra costilla 33% en la frecuencia de aparición de datos atípicos, ambas clasificadas como de alta probabilidad de ocurrencia (tabla 14). Los petos metálicos y la sierra-costilla han sido incluidos dentro del mismo flujograma, teniendo en cuenta la alta frecuencia en la aparición de datos atípicos, pero principalmente la similitud en los procesos de contaminación que sufren, puesto que a pesar de estar compuestas en mayor proporción por material metálico, poseen zonas susceptibles para la acumulación de materia orgánica, por lo cual requieren de procesos de limpieza eficaz y realizados con alto nivel de conciencia. Es de anotar, que durante el 100% de las visitas de indagación en torno a las condiciones que transversalizan el proceso, y durante los muestreos realizados con miras al establecimiento de intervalos de tolerancia se apreciaron residuos en áreas de difícil acceso de los petos y de la sierra-costilla.

A partir de la susceptibilidad detectada en la caracterización previa, y teniendo en cuenta que bajo condiciones apropiadas en cuanto al correcto procedimiento de limpieza y desinfección, estas superficies tuvieron recuentos menores de 6 (en el caso del peto metálico) y menores de 10 UFC/100 cm² (en el caso de la sierra costilla) (tabla 14), se establece como primer objeto de indagación la aplicación de la técnica por parte del personal (ver figura 14), a manera de tomar como medida inicial, la sensibilización del personal sobre la necesidad de aplicar un proceso de limpieza riguroso para eliminar los residuos orgánicos presentes. Alternativamente, se deberá revisar la periodicidad de instrucción, puesto que el evento contaminante en cuestión podría estarse presentando por causa de mantener un plan de capacitación discontinuo, caso en el que se requerirá el aumento de la periodicidad y de manera complementaria, la verificación del conocimiento acerca de los procedimientos de limpieza y desinfección respectivos dentro de un check list aplicado periódicamente.

En caso de que no se evidencien relaciones entre el sobrepaso de los límites de tolerancia respectivos y la aplicación de la técnica por parte de los operarios, el enfoque de control para el cierre de la no conformidad estará direccionado hacia la indagación sobre el origen de la acumulación de residuos, buscando diferenciar si dicha acumulación es transitoria o permanente, con el apoyo de un check list. En el caso de detectar una acumulación transitoria, se debe verificar la estabilidad e integridad del detergente, adoptando como actividad reactiva el reemplazo por un lote de producción más reciente, mientras que si se detecta una acumulación permanente se podría considerar su reemplazo por un detergente más efectivo en cuanto a la remoción de residuos orgánicos. En caso de agotar las anteriores medidas, es pertinente el replanteo de la técnica.

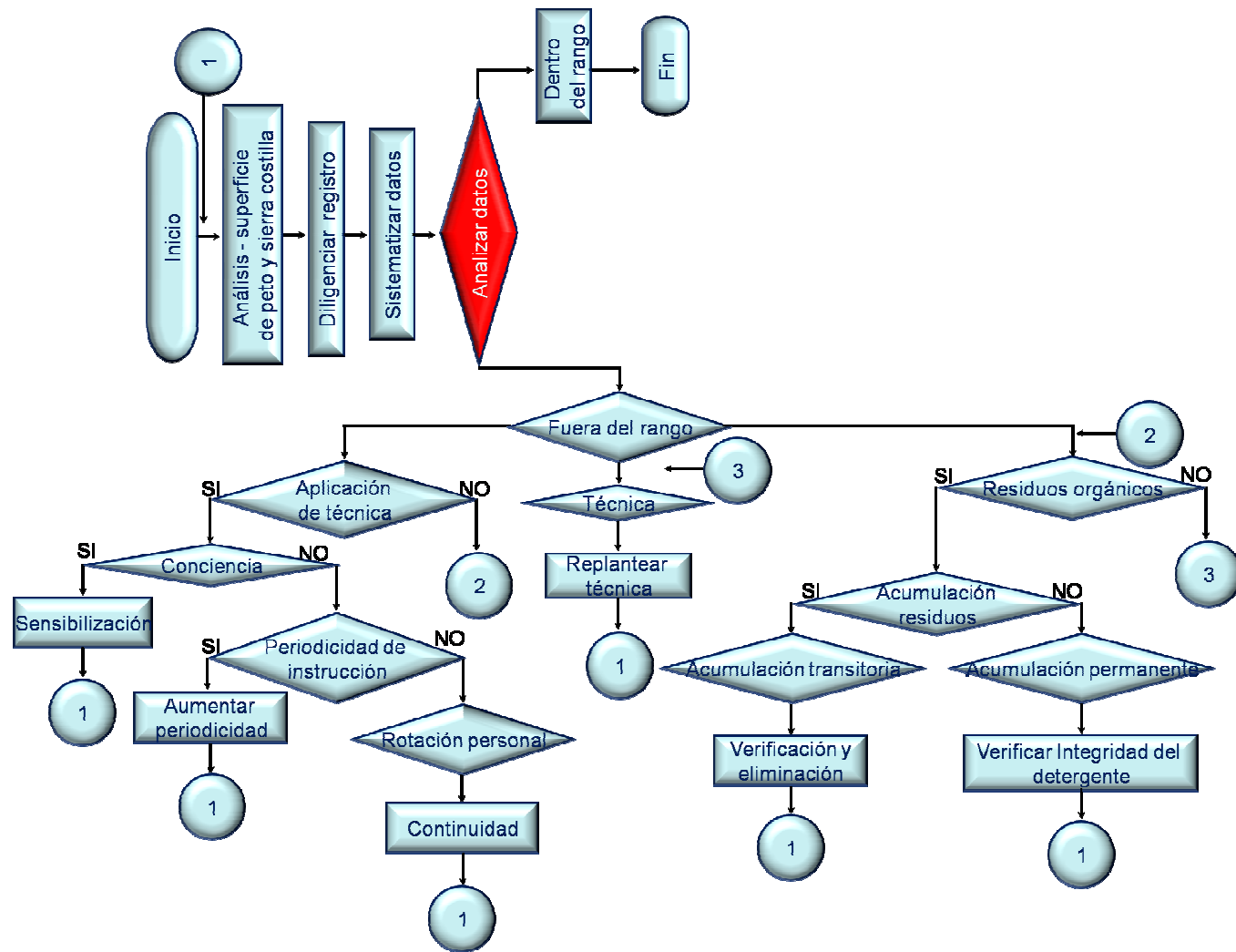


Figura 14. Flujograma para el cierre de no conformidades por el sobrepaso de los límites establecidos para el recuento de coliformes en las superficies de petos metálicos y sierra-costilla.

4.3.6. Procedimiento de cierre de no conformidad - Análisis de la superficie de la banda transportadora. A pesar de que durante el establecimiento de intervalos de tolerancia, la banda transportadora tuvo una frecuencia de aparición de datos atípicos del 16%, clasificada como media en cuanto a la probabilidad de ocurrencia, la desviación estándar de los datos obtenidos correspondió a 15.4 (tabla 14), lo cual se podría asociar a la existencia de variables que inciden en los riesgos de contaminación, como la existencia de áreas de difícil acceso durante los procesos de limpieza y desinfección, la generación de rugosidades en la superficies a lo largo del uso de la banda, entre otras. Igualmente, los recuentos individuales, exceptuando los datos detectados como atípicos, estuvieron entre 41 y 95 UFC/100 cm², en contraste con los demás recuentos establecidos, cuyos recuentos fluctuaron entre 0 y 16 UFC. Sumado a lo anterior, en las visitas de diagnóstico de las condiciones que transversalizan el proceso, se detectó la formación de focos contaminantes en las áreas lateral y posterior de la banda transportadora, en la cuales el proceso de desinfección tiene acceso limitado (ver figura 15).

Bajo las consideraciones anteriormente mencionadas se estableció que al sobrepasarse los límites establecidos, el enfoque de control y cierre de la no conformidad se deberá direccionar hacia la detección de focos ocultos de contaminación, y en caso de detectarse esta contaminación, se realizará un desarme y posterior limpieza y desinfección, de manera que se logren eliminar tales focos. Sería pertinente que la empresa pudiese considerar la posibilidad de efectuar este procedimiento de desarme dentro del proceso de limpieza y desinfección dentro de una periodicidad específica. De no detectarse los focos ocultos como origen del sobrepaso a los límites de tolerancia establecidos, se deberá indagar la contaminación como factor consecuente de la acumulación transitoria o permanente, con el apoyo de un check list, de manera que si la acumulación transitoria, se debe verificar la estabilidad e integridad del detergente, teniendo como medida de control y cierre de la no conformidad, el reemplazo del producto, por una unidad similar producida más recientemente, mientras que al detectarse una acumulación permanente se podría considerar su reemplazo por un detergente que pueda eliminar los residuos orgánicos con mayor eficiencia. En el caso que los focos y la acumulación de residuos orgánicos no sean evidenciados como fuente del evento contaminante, se deberá indagar sobre la aplicación de la técnica por parte de los operarios, optando por el desarrollo de procesos de sensibilización, y alternativamente, la periodicidad de instrucción para el cierre de la no conformidad microbiológica. Finalmente, si los aspectos anteriormente mencionados no muestran relación, como originarios del sobrepaso a los recuentos de coliformes establecidos como límites, se deberá considerar el replanteamiento de la técnica, con actividades como el desarme e inmersión en desinfectante, que garanticen que la banda transportadora no se convierta en un foco contaminante directo del producto.

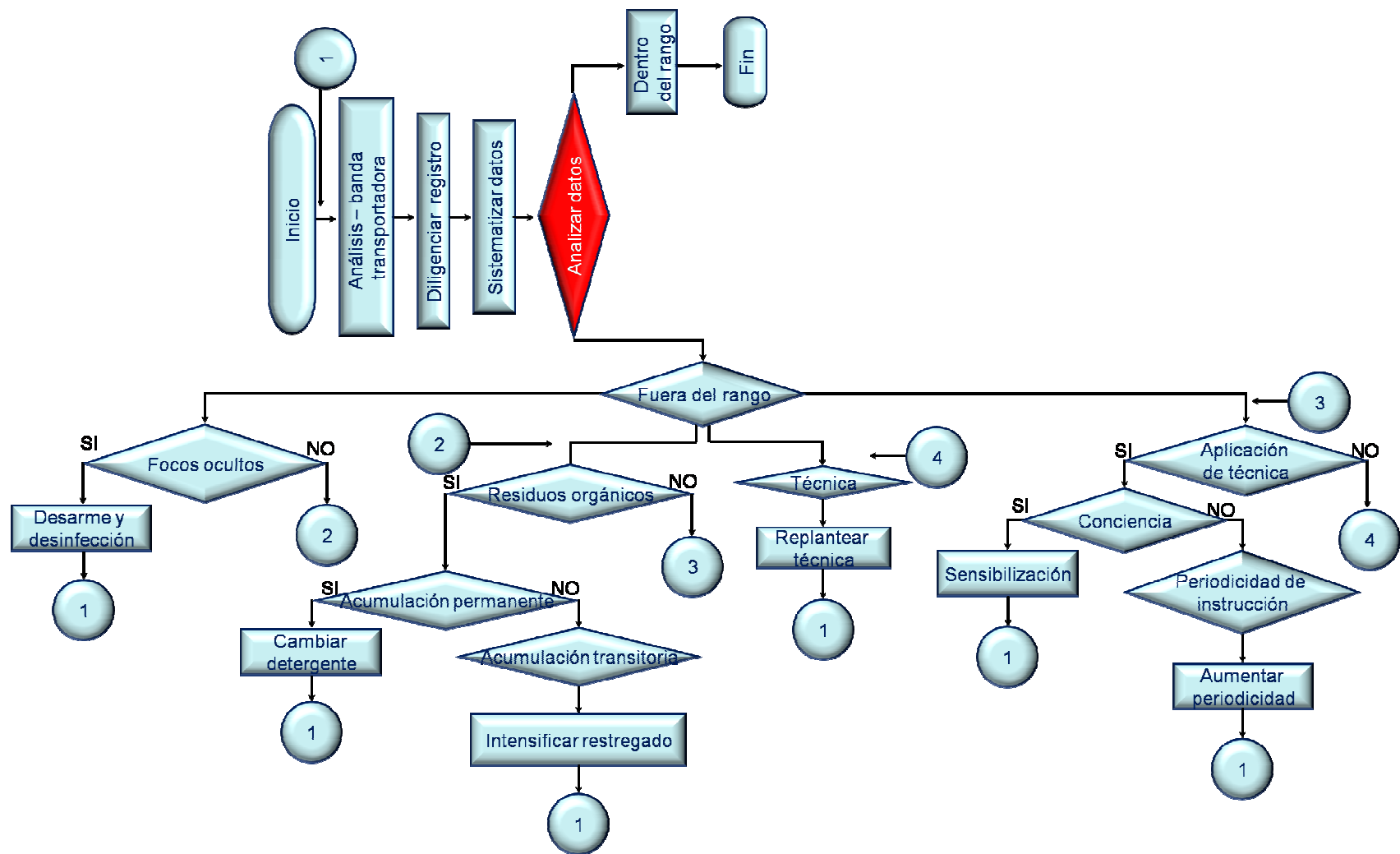


Figura 15. Flujograma para el cierre de no conformidades por el sobrepaso de los límites establecidos para el recuento de coliformes en la superficie de la banda transportadora.

4.3.7. Procedimiento de cierre de no conformidad - Análisis de mesa circular y soporte bolsa. Al igual que para los análisis de ambientes, la mesa circular no generó datos atípicos en cuanto al recuento de coliformes totales, de manera que los eventos contaminantes que se pudiesen presentar se consideran limitados, por lo cual, solo en una ocasión se percibió durante las visitas de verificación, la acumulación de residuos orgánicos, producto probablemente, de la aplicación inapropiada de los procesos de limpieza y desinfección. Además, los datos de los recuentos de coliformes fluctuaron entre 0 y 5 UFC/100 cm², teniendo como límite de tolerancia 8 UFC/100 cm² (tabla 14). Es importante considerar que esta superficie es de acero inoxidable, completamente lisa, no porosa, no absorbente, de manera que se facilita la desinfección, al tiempo de dificultarse la acumulación de microorganismos o generación de biopelículas, por tanto, las circunstancias para el sobrepaso de los intervalos de tolerancia se encuentran ligadas a la técnica de desinfección, y por tanto las actividades para el cierre de la no conformidad en este caso se dirigen hacia la sensibilización o el aumento de la periodicidad de instrucción (ver figura 16).

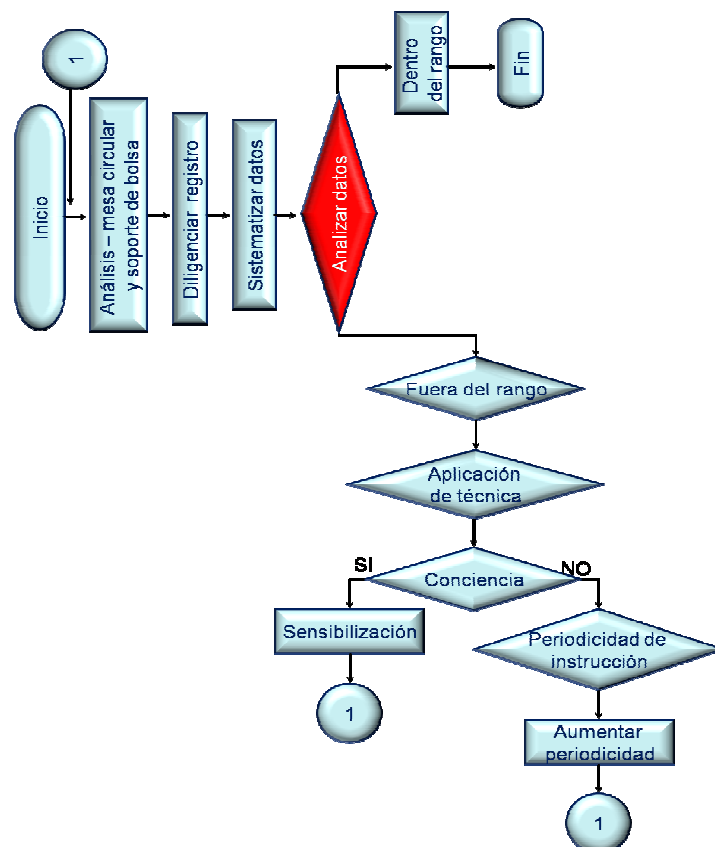


Figura 16. Flujograma para el cierre de no conformidades por el sobrepaso de los límites establecidos para el recuento de coliformes en la mesa circular y el soporte de bolsas.

4.4. Plan de mejora para la prevención de eventos de contaminación por coliformes en el área de desposte.

4.4.1. Seguimiento futuro del proceso. Con el propósito de establecer a futuro evidencia en las relaciones entre los eventos de contaminación y sus causas, se diseñó una lista de verificación, de aplicación semanal por parte del personal líder del proceso de desposte, sobre las condiciones determinantes del proceso (tabla 15), que además están relacionadas con las actividades de cierre de no conformidades microbiológicas establecidas en los flujogramas previamente desarrollados. De esta manera, cuando se genere un sobrepaso de los límites de recuento establecidos para la población de coliformes totales en cada ambiente, superficie y manipulador, se procederá a revisar los resultados que periódicamente arrojarán estas listas de chequeo, con lo cual se podrá relacionar o descartar la condición verificada, como causa del evento contaminante.

Tabla 15. Lista de chequeo para determinar condiciones de contaminación en el proceso de desposte.

Condiciones de verificación	Cumple	No cumple	Observaciones
Se observan condiciones que afecten la hermeticidad del desposte (puertas abiertas durante espacios prolongados de tiempo).			
Se realizan capacitaciones periódicas para sensibilizar al operario sobre los riesgos que los productos contaminados generan en la salud.			
Se realizan capacitaciones periódicas sobre los procedimientos de desinfección utilizados en el laboratorio.			
Se realiza verificación de la correcta aplicación de los procesos de L y D en el área de desposte.			
Es el operario conocedor de las dosis exactas, tipo de desinfectante y cronograma de uso.			
Se observan manchas oscuras en las superficies de la banda transportadora, mesas de teflón u otras.			
Se observan residuos de materia orgánica en las superficies de los petos metálicos, sierra costilla u otras.			
Las condiciones de almacenamiento y manejo de detergentes y desinfectantes afectan su integridad.			
Se realiza control inicial de lote y periódico, sobre la efectividad del desinfectante utilizado.			

Los operarios realizan procesos de L y D de manos después de los cambios de actividad.			
Se observan hábitos en los operarios, que pudiesen favorecer la contaminación cruzada.			
Durante el último mes ingreso personal nuevo a laborar en el área de desposte.			
Los análisis microbiológicos de laboratorio han denotado sobrepaso del recuento de coliformes en alguna de las áreas monitoreadas.			

4.4.2. Análisis causa – efecto: De manera complementaria a la implementación de la anterior lista de verificación, se desarrollo un análisis causa efecto a partir de las condiciones identificadas, que derivó en acciones de mejora (tabla 16), susceptibles de implementar por la empresa, con el propósito de lograr, a través de su implementación, el mejoramiento sobre el control de las condiciones microbiológicas del proceso.

Tabla 16. Análisis causa efecto de las condiciones promotoras de eventos de contaminación identificadas.

Condición identificada	Causa	Efecto	Acción de mejora
Contaminación de superficies.	Aplicación deficiente del procedimiento de limpieza y desinfección.	Contaminación del producto final.	Capacitación mensual sobre los procedimientos de L y D.
Conocimiento de cronograma y dosis de desinfectante.	Periodicidad limitada de instrucción sobre la temática.	Aplicación inapropiada de los desinfectantes.	Instrucción mensual sobre cronograma, tipo y dosis del desinfectante.
Verificación deficiente de aplicación de los procedimientos de L y D.	Aplicación deficiente de la verificación.	Retroalimentación limitada de la correcta aplicación del procedimiento.	Sensibilización a personal encargado.
Oscurecimiento de superficies en contacto con el alimento.	Acumulación de materia orgánica.	Disminución de la efectividad del desinfectante.	Uso de detergente con mayor capacidad para eliminar materia orgánica. Sensibilización sobre cepillado de

			superficies.
Focos ocultos de contaminación.	Limpieza y desinfección deficiente.	Contaminación cruzada al producto.	Búsqueda y eliminación de focos.
Procedimiento de L y D ineficiente.	Acumulación de residuos en áreas de difícil acceso.	Contaminación del producto final.	Inserción de actividad que mejore la eficiencia en el procedimiento.
Pérdida de estabilidad de detergentes y desinfectantes.	Almacenamiento inadecuado.	Inefectividad de los detergentes/desinfectantes antes.	Adecuación de área. Protocolo de manejo.

CONCLUSIONES

Los recuentos de coliformes totales en los ambientes del área de desposte de la empresa no mostraron desvíos y fueron significativamente homogéneos, por lo cual, los controles para la verificación de la correcta desinfección ambiental pueden efectuarse con baja periodicidad.

El 46% de los ambientes, superficies y manipuladores se agrupó como de “alta probabilidad de ocurrencia”, dentro de la clasificación establecida con base en la frecuencia de aparición de datos atípicos, lo cual implica la tendencia del proceso de desposte hacia la generación de desvíos, promovidas por condiciones como: la aplicación inapropiada del proceso de limpieza y desinfección y la presencia de focos ocultos, entre otros.

La lista de verificación aplicadas, las visitas de muestreo para el establecimiento de intervalos y los resultados obtenidos en los análisis de ambientes, superficies y manipuladores del área de desposte indican que la contaminación cruzada en el área de desposte la empresa tiene como origen primordial aspectos ligados a la aplicación correcta de los procesos de limpieza y desinfección, por lo cual, es pertinente el desarrollo de procesos de sensibilización para los operarios en el desposte.

La aplicación del árbol de decisiones de la empresa denotó la inexistencia de PCC a través del proceso de desposte, sin embargo evidenció la necesidad de hacer modificaciones en el procedimiento de limpieza y desinfección de la banda transportadora, para evitar contaminación durante su contacto con el producto a partir de focos ocultos. Esta necesidad también se evidenció durante el establecimiento de intervalos de tolerancia realizados a la banda transportadora, donde la variabilidad y los datos atípicos obtenidos indican la susceptibilidad de constituir un foco contaminante para el proceso.

RECOMENDACIONES

Dado que los coliformes constituyen una población cuya presencia implica la posibilidad de existencia de patógenos en el producto, se recomienda utilizar solo los límites de alerta para otorgar rigurosidad a los controles.

Teniendo en cuenta el porcentaje de desviaciones presentadas en algunas superficies y en los manipuladores, es importante desarrollar procesos de sensibilización enfocados a realizar correctamente los procesos de limpieza y desinfección, y sobre el conocimiento de las consecuencias de la contaminación para el proceso y los consumidores del producto.

Se recomienda replantear la técnica de desinfección de la banda transportadora, por cuanto es una superficie de contacto directo con el producto. Además es pertinente que se aumente la periodicidad de desmantelado para lavado y desinfección, de manera que no se convierta en un foco contaminante directo del proceso.

BIBLIOGRAFÍA

- (Instituto Nacional de salud, 2007). Enfermedades transmitidas por alimentos ETA [On Line]. [citado el 22 de Noviembre de 2010]. <http://www.dadiscartagena.gov.co/web/images/docs/saludpublica/ETA-f.pdf>
- (Protocolo de Vigilancia en Salud pública, 1994). Enfermedades transmitidas por alimentos ETA [On Line]. [citado el 22 de Noviembre de 2010]. <http://190.25.230.149:8080/dspace/bitstream/123456789/506/1/enfermedades%20transmitidas%20por%20alimentos.pdf>
- INSTITUTO Internacional del frío. Alimentos congelados procesados y distribución. Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España. 1990. Págs. 33
- ANGELI E. Caballero Torres, Temas de Higiene de los Alimentos. Editorial Ciencias Médicas. La Habana 2008. Págs 39.
- FEDEGAN. (2006). *Plan estratégico de la ganadería colombiana 2019*. Bogotá D.C: San Martín Obregón y Cía.
- Codex Alimentarius.
- FERNANDEZ Jorge A., MV, MS; Quiñonez, BACT, MS Diseño del Sistema HACCP para el proceso de producción de Carne Bovina para el consumo. Medellín – Colombia. Febrero de 2003. Pág 47.
- (Ministerio de Agricultura, 2005).
- GRILLO Rodríguez Manuel, Lengomín Fernández María E., Caballero Torres Angel, Castro Domínguez Arnaldo y Hernández Alvarez Ana Margarita. Revista Cubana Aliment Nutr, 1996. Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos.
- Enfermedades transmitidas por alimentos ETA [On Line]. [citado el 22 de Noviembre de 2010]. (Instituto Nacional de Salud, 2010).
- (Narvaez Claudia, *et, al.*, Revista científica Maracaibo, 2007). *Escherichia coli* O157:H7 [On Line]. [citado el 22 de Noviembre de 2010]. http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-22592007000300005&script=sci_arttext

- (Marzocca M.A, *et, al.*, Revista Argentina de Microbiología, 2006) *Escherichia coli* O157:H7 [On Line]. [citado el 22 de Noviembre de 2010]. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0325-75412006000100011&script=sci_arttext
- (Gallegos Miguel, *et, al.*, Revista Maracaibo, 2009). *Escherichia coli* O157:H7 [On Line]. [citado el 22 de Noviembre de 2010]. http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-22592009000200006&script=sci_arttext
- VACLAVIK. Vickie A. Fundamentos de ciencia de los Alimentos. Editorial Acribia. S.A. Zaragoza – España. 1998. Págs. 149, 158, 162 - 164.
- (ICMSF, 2000). ICMSF. Microorganismos de los Alimentos 1. Su significado y método de enumeración. Editorial Acribia. Segunda edición. Zaragoza – España. 2000. Págs 8, - 10, 131, 189 y 190.
- (Ahmed E. Yousef, *et, al.*,2006). AHMED E. Yousef. CAROLYN Carlstrom. Microbiología de los Alimentos: Manual de laboratorio. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza – España. 2006. Págs 65, 66, 70, 71,72, 223, 224 y 225.
- (Frazier, W.C, 2003). FRAZIER W.C. MESTHOFF D.C. Microbiología de los alimentos. Editorial Acribia, cuarta edición, 2003 S.A. Págs 289 - 296, 305 - 308.
- (González, A.S.,*et, al.*, 2005). González, A.S., N.J. Camargo, P.L. Castellanos, G. González, M. Perdomo, M.R. Grillo, A. Romero. S/A. Guía para el establecimiento de sistemas de vigilancia epidemiológica de enfermedades transmitidas por alimentos (VETA) y la investigación de brotes de toxiinfecciones alimentarias. CEPIS-OPS-OMS. <http://www.cepis.ops-oms.org/bvstox/e/fulltext/guiaveta/guiaveta.pdf>.
- MARRIOTT Norman G. Principios de Higiene Alimentaria, Editorial Acribia, S.A. 1.999
- Composición Nutricional de la Carne de Res [online]. Citado 15 de Octubre de 2011. <http://www.corfoga.org/images/public/documentos/pdf/Corfoga2001.pdf>
- Composición Nutricional de la Carne de Res [online]. Citado 15 de Octubre de 2011. http://books.google.com.co/books?id=c_f5eJ77PnwC&pg=PA89&dq=Composici%C3%B3n+nutricional+de+la+Carne&hl=es&ei=5cKZTv3XL4G-tgfFrpX-

[Aw&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CDAQ6AEwAA#v=onepage&q=Composici%C3%B3n%20nutricional%20de%20la%20Carne&f=false](#)

- Rodríguez Rivera, Victor Manuel *et al*, 2008. Bases de la Alimentación Humana, Editorial NETBIBLO. S. L.
- HUERTA, N; CROSS, H; SAVELL, J; LUNT, D; BAKER, J; PELTON, L; SMITH, S. 1993. Comparison of the Fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue from mature Brahman and Hereford cows. *Journal of Animal Science*. 71: 625-630
- HUERTA, N; RUIZ, J; ARENAS, L; JEREZ, N; MARQUEZ, E; MUNOZ, B. 1996. Contenido de colesterol en el musculo longissimus de bovinos venezolanos. *Archivos Latinoamericanos-de-Nutricion*. 1996, 46: 4, 329-333; 27 ref.
- HUERTA, N. 1998. Caracterización del valor nutritivo de la carne bovina en Venezuela. *Cursillo sobre Ganado de Carne*.
- Sensory properties of thirteen major beef muscles. *Journal of Food Science*, vol 50. LAWRIE, R.A. 1967. *Ciencia de la carne*. Acribia. Zaragoza, España. 380p.
- LEE, R; NIEMAN, D. 1996. *Nutritional Assessment*. 2º de. Estados Unidos. MAHAN, L; ESCOT, S. 1996. *Krause's food, nutrition and therapy*. 9ª ed. W.B
- EGAN, H ; KIRK, K; SAWYER, R. 1987. *Análisis químico de Alimentos de Pearson*. Editorial Continental S.A. México.
- Hurtado Salinas Laura, Prevalencia de contaminación microbiológica de la carne producida en el Frigorífico y Rastro de Morelia, S.A. de C.V. *Protocolo de Investigación*, 2010.
- Hernández San Juan Sagrario, Zuñiga Estrada Armida, Sánchez Ortega Irais, Rosas Castro Javier, Roman Gutiérrez Alma Delia, Santos López Eva María. *Microbiological conditions during the slaughter process at a municipal slaughterhouse in Hidalgo, Mexico*. 2007
- Payton-Pruett W., T. Biela, C.P. Lattuada, P.M. Mrozinski, M.W. Barbour, R.S. Flowers, W. Osborne, J.O. Reagan, D. Theno, V. Cook, A. Mcnamara. y B. Rose 2002. Incidence of *Escherichia coli* O157:H7 in frozen beef patties produced over an 8-hour shift. *Journal of Food Protection*. 65(9):1363-1370.
- MADRID A. J.M Vicente. *Nuevo Manual de Industrias Alimentarias*. Mundi – Prensa libros S.A. AMV Ediciones. Madrid – España. 1994. Págs. 397 – 403.

- GARCÍA Garibary Mariano, QUINTERO Ramírez Rodolfo, LÓPEZ Munguía Agustín. Biotecnología Alimentaria. Limusa Noruega Editores. México – España – Venezuela – Colombia. 1998. Págs. 231 – 232.
- DAYLE Michael P, BEUCHAT Larry R, MONTVILLE Thomas J. Microbiología de los Alimentos. Fundamentos y fronteras. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza – España. 2001. Págs. 90 – 91.
- AGENJO Cecilia César. Enciclopedia de la inspección veterinaria y análisis de los alimentos. Espasa - calpe, S.A. Madrid – España. 1980. Págs. 615.
- CHARLEY Helen. Tecnología de Alimentos, procesos químicos y físicos en la preparación de alimentos. Editorial Limusa, S.A. Grupo Noruega Editores. México D.F. Págs. 530 – 531.
- PRANDE Oskar; FISCHER Albert; SCHMITHOFER Thomas. Tecnología e higiene de la carne. Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España. 1994.
- BRANDY Paul. Higiene de la carne. Editorial continental, S.A México. 30 de junio de 1971.
- MADRID A Vicente; LAMIA Manuel; CUESTA Francisco. Guía de almacenamiento frigorífico. Instituto internacional del frío. Ediciones Madrid. 1995.
- LÓPEZ Vásquez R; VANALLOCHA Casp. Tecnología de Mataderos. Ediciones mundi – Prensa. Madrid – Barcelona – México. 2004.
- MARRIOT Norman G. Principios de Higiene Alimentarias. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza – España. 1999.
- ONU Organización de las Naciones Unidas; OMS Organización mundial de la Salud. Códex Alimentarius. Volumen 10. Carne y Productos Cárnicos incluso los bovillons y consomés.
- HINCAPIÉ Muñoz Sonia Janneth e HINCAPIÉ Muñoz Yolima Rocío. Mataderos Municipales su Administración y Operación. Fondo editorial universidad distrital Francisco José de Caldas. Santa Fé de Bogotá D.C. 1997.
- LÓPEZ De Torre Guillermo; CARBALLO García Berta M. Manual de Bioquímica y Tecnología de la Carne. Investigación Agraria de la Junta Extremadura. Edita: A. Madrid Vicente. Ediciones Madrid – España.

- DAUDIN J.D; BUCCHARLES C; DENOYER C; GIRARD J.P; GOUTEFONGEA R; LAROCHE M; MAILLARD T; RAMIHOME M. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza – España. 1991.
- NOSCOWA G.L. Microbiología de las Carnes Conservadas por el Frío. Editorial Acribia. Zaragoza – España. 1972.
- INSTITUTO Internacional del frío. Alimentos Congelados procesados y distribución. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza – España.1990.
- DE CURTIS María Luisa; FRANCESCHI Olgamar y DE CASTRO Norma. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. ISSN 0004-0622 *versión impresa*. ALAN v.50 n.2 Caracas jun. 2000. Determinación de la calidad microbiológica de alimentos servidos en comedores de empresas privadas., Universidad Central de Venezuela. Facultad de Farmacia, Departamento de Microbiología y Parasitología, Caracas.
- Condiciones Microbiológicas en Cuatro Rastros Municipales del Estado de Hidalgo. Godínez G., Reyes J.A., Zúñiga A., Sánchez I., Castro, J., Román A.D., Santos E.M. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Centro de Investigaciones Químicas; Ciudad Universitaria; 42076 Pachuca, Hidalgo, México.
- Condiciones microbiológicas en el proceso de sacrificio en un rastro municipal del estado de Hidalgo, México Microbiological conditions during the slaughter process at a municipal slaughterhouse in Hidalgo, Mexico. Sagrario Hernández San Juan* Armida Zúñiga Estrada* Iraís Sánchez Ortega*. Javier Castro Rosas* Alma Delia Román Gutiérrez* Eva María Santos López*.
- S C I E N C E C O M M U N I C A T I O N S. *Escherichia coli* O157:H7— Harbinger of Change in Food Safety and Tradition in the Industrialized World. I. KAYE WACHSMUTH, PH.D. Deputy Administrator Office of Public Health and Science, Food Safety and Inspection Service, U.S. Dept. of Agriculture.
- Nanoparticles permite la detección rápida de *Escherichia Coli*. Por Sarah Graham el 12 de octubre de 2004.
- Trazabilidad de la carne de vacuno en los centros de sacrificio. G.M. López Camino. J.R. Flox Donoso.
- Dayle, M., P.Beau, C., Lary, M., & Thomas J. (2001). *Microbiología de los Alimentos. Fundamentos*. Zaragoza - España: Acribia.

- Frazier, W., & Westhoff, D. *Microbiología de los Alimentos*. España: Acribia.
- Frío, I. I. (1990). *Alimentos Congelados, procesados y distribución*. Zaragoza, España: Acribia.
- Godínez G., R. J., Químicas, C. d., & Universitaria, C. (s.f.). Condiciones Microbiológicas en cuatro Rastros Municipales del Estado de Hidalgo. *VII Congreso Nacional de Ciencia de los Alimentos y III Foro de Ciencia y Tecnología de Alimentos* .
- Sagrario, H., Zúñiga Estrada, A., Castro Rosas, J., Román Gutierrez, A., & Santos López, E. M. (2007). Condiciones microbiológicas en el proceso de sacrificio en un rastro municipal del estado Hidalgo México. *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Centro de investigaciones químicas, unidad universitaria* .