



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

FACULTAD DE QUÍMICA

**“CONTROL DE CALIDAD E INOCUIDAD EN EL
PROCESO DE OBTENCIÓN DE CARNE DE CERDO EN
ESTABLECIMIENTOS TIF”**

TRABAJO MONOGRÁFICO DE ACTUALIZACIÓN

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICA DE ALIMENTOS**

PRESENTA

PERLA GUADALUPE PÉREZ VILLARREAL



MÉXICO, D.F.

2014



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: MARÍA DE LOURDES GÓMEZ RÍOS

VOCAL: MIGUEL ANGEL HIDALGO TORRES

SECRETARIO: JUAN CARLOS RAMÍREZ OREJEL

1er. SUPLENTE: KARLA MERCEDES DÍAZ GUTIERREZ

2° SUPLENTE: FABIOLA GONZÁLEZ OLGUIN

**SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA: FACULTAD DE MEDICINA
VETERINARIA Y ZOOTECNIA Y FACULTAD DE QUÍMICA, UNAM.**

ASESOR DEL TEMA:

M. en C. Juan Carlos Ramírez Orejel

SUSTENTANTE:

Perla Guadalupe Pérez Villarreal

ÍNDICE

Introducción	1
Objetivos	3
Metodología	4

CAPÍTULO 1. Establecimientos TIF, generalidades y actividades que desempeña. 6

1.1 DEFINICIÓN DE RASTRO (MATADERO)	9
1.2 ¿QUÉ ES UN ESTABLECIMIENTO TIF?	9
1.2.1 Establecimiento Tipo Inspección Federal (TIF).	10
1.3 ¿CÓMO FUNCIONA UN ESTABLECIMIENTO TIF?	13
1.3.1 El proceso principal.	13
1.3.2 Subprocesos.	14
1.3.3 Operarios.	14
1.4 ESPECIFICACIONES A CUMPLIR DE UN ESTABLECIMIENTO TIF (RASTRO REGISTRADO), DE ACUERDO A LA NOM-008-ZOO-1994	15

CAPÍTULO 2. Operaciones unitarias involucradas en el sacrificio de cerdos en un Establecimiento TIF 24

2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES ANTE-MÓRTEM	24
2.1.1.- Recepción.	24
2.1.2.- Inspección <i>ante-mórtem</i> .	26
2.1.3.- Alojamiento en corrales de descanso.	27
Preparación de los cerdos para la matanza.	29
2.2. SACRIFICIO Y FAENADO DE LOS ANIMALES	31
2.2.1 Conducción al aturdido.	31
2.2.2 Aturdimiento o Insensibilización.	32
2.2.2.1 Métodos de aturdimiento para cerdos.	33
2.2.2.2 Aturdimiento eléctrico.	33
2.2.2.3 Bases y funcionamiento del aturdimiento eléctrico.	34
2.2.2.4 Fases del aturdimiento eléctrico.	35
2.2.2.5 Tiempo e intensidad de la aplicación.	36
2.2.2.6 Aplicación del método por aturdimiento eléctrico.	38
2.2.2.7 Mantenimiento del equipo eléctrico.	39
2.2.2.8 Aturdimiento con gas.	39
2.2.2.9 Determinación del grado de Inconsciencia e Insensibilidad en el momento de la matanza.	40
2.2.3 Desangrado.	41
2.2.3.1 Muerte.	44
2.2.4 Escaldado y depilado.	44
2.2.5 Flameado o chamuscado.	46
2.2.6 Evisceración.	47

2.2.7 Inspección <i>post-mórtem</i> .	50
2.2.8 Lavado de vísceras.	51
2.2.9 Corte y lavado de canal.	51
2.2.10 Pesado de canal.	52
2.2.11 Refrigeración.	52

CAPÍTULO 3. Sistemas de Calidad Implementados en Establecimientos TIF _____ 55

3.1 SISTEMAS DE SEGURIDAD EN ALIMENTOS	56
3.1.1 Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).	56
3.1.2 Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES).	57
3.1.3 Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos (HACCP).	58
3.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL	61
3.2.1 Puntos de control sugeridos para la supervisión y la evaluación	62
3.2.2 Riesgos Biológicos, Físicos y Químicos	71
3.3 SUPERVISIÓN A ESTABLECIMIENTOS TIF	71
3.3.1 Instalaciones.	72
3.3.2 Recepción de animales.	73
3.3.3 Análisis de documentos.	73
3.3.4 Inspección de los animales.	73
3.3.5 Inspección <i>ante-mórtem</i> .	73
3.3.6 Categorías de Dictamen <i>ante-mórtem</i> .	74
3.3.7 Entrada al Área de Sacrificio.	74
3.3.8 Insensibilización.	75
3.3.9 Desangrado.	75
3.3.10 Escaldado y Depilado.	75
3.3.11 Chamuscado y Rasurado.	75
3.3.12 Eviscerado.	75
3.3.13 Corte de canal.	75
3.3.14 Inspección <i>post-mórtem</i> .	75
3.3.15 Lavado de Canal.	76
3.3.16 Marcado Sanitario.	76
3.3.17 Canales y partes no aptas para consumo humano.	76
3.4 BENEFICIOS DEL SISTEMA TIF	77
3.4.1 Inocuidad.	77
3.4.2 Capacitación constante.	77
3.4.3 Trazabilidad.	78
3.4.4 Mejoras económicas.	78
3.4.5 Competitividad.	79

CAPÍTULO 4. Evaluaciones fisicoquímicas y parámetros de calidad en la carne.	81
4.1 DEFINICIÓN DE CARNE	81
4.2 CONVERSIÓN DEL MÚSCULO EN CARNE	82
4.3 MADURACIÓN DE LA CARNE	84
4.4 CALIDAD DE LA CARNE Y PARÁMETROS INVOLUCRADOS	84
4.4.1 Color de la carne.	86
4.4.2 Suavidad y/o Terneza.	87
4.4.3 Capacidad de retención de agua.	88
4.4.4 pH.	89
4.4.5 Sabor y Aroma.	90
4.5 PROBLEMAS EN LA CALIDAD DE LA CARNE	91
4.5.1 Carne PSE (pálida, suave y exudativa).	91
4.5.2 Carne DFD (oscura, firme y seca).	92
4.5.3 Riesgos Sanitarios.	93
4.6 VIDA DE ANAQUEL	93
CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS	96
BIBLIOGRAFÍA	99
Anexo 1	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Relación entre el volumen de sacrificio y la cantidad de esterilizadores y lavamanos por área. _____	17
Tabla 2. Relación entre el volumen de sacrificio y el cumplimiento para instalar cámaras de refrigeración. _____	21
Tabla 3. Relación entre el volumen de sacrificio y el cumplimiento para instalar área de carga de producto terminado. _____	23
Tabla 4. Principios del HACCP. _____	60
Tabla 5. Identificación de los principales Puntos Críticos de Control, durante el proceso de Sacrificio de Cerdos. _____	62
Tabla 6. Identificación de los principales Puntos Críticos de Control, durante el proceso de Sacrificio de Cerdos. _____	63
Tabla 7. Identificación de los principales Puntos Críticos de Control, durante el proceso de Sacrificio de Cerdos. _____	64
Tabla 8. Identificación de los principales Puntos a Controlar, durante el proceso de Sacrificio de Cerdos. _____	65
Tabla 9. Identificación de los principales Puntos a Controlar, durante el proceso de Sacrificio de Cerdos. _____	66
Tabla 10. Identificación de los principales Puntos a Controlar, durante el proceso de Sacrificio de Cerdos. _____	66
Tabla 11. Identificación de los principales Puntos a Controlar, durante el proceso de Sacrificio de Cerdos. _____	67
Tabla 12. Identificación de los principales Puntos a Controlar, durante el proceso de Sacrificio de Cerdos. _____	67
Tabla 13. Identificación de los principales Puntos a Controlar, durante el proceso de Sacrificio de Cerdos. _____	68
Tabla 14. Identificación de los principales Puntos a Controlar, durante el proceso de Sacrificio de Cerdos. _____	69
Tabla 15. Identificación de los principales Puntos a Controlar, durante el proceso de Sacrificio de Cerdos. _____	69
Tabla 16. Identificación de los principales Puntos a Controlar, durante el proceso de Sacrificio de Cerdos. _____	70
Tabla 17. Identificación de los principales Puntos a Controlar, durante el proceso de Sacrificio de Cerdos. _____	70
Tabla 18. Categorías del Dictamen <i>ante-mórtem</i> . _____	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Distribución de Establecimientos TIF en la Republica Mexicana.	7
Fig. 2 Principales estados productores de Carne de Cerdo en Canal.	8
Fig. 3 Sacrificio de Porcino en Rastros TIF.	8
Fig. 4 Logotipo Oficial de la SAGARPA.	10
Fig. 5 Logotipo Oficial SENASICA.	10
Fig. 6 Logotipo del Sello TIF.	10
Fig. 7 Diagrama de operaciones involucradas en el proceso de sacrificio de cerdos.	24
Fig. 8 Rampas de desembarque con y sin escaleras.	25
Fig. 9 Escalones con piso antiderrapante.	26
Fig. 10 Quemaduras por sol en cerdos.	28
Fig. 11 Aspersores para refrescar cerdos.	28
Fig. 12 Corrales de descanso con alta densidad.	29
Fig. 13 Bebedero de pileta.	30
Fig. 14 Lesión por bebedero de chupón.	30
Fig. 15 Bebederos colgantes.	31
Fig. 16 Pasillo de conducción al área de matanza.	32
Fig. 17 Manga doble para cerdos que facilita movimiento tranquilo.	32
Fig. 18 Pinza eléctrica de aturdimiento para cerdo.	34
Fig. 19 Lugar de aplicación de los electrodos.	35
Fig. 20 Aturdimiento eléctrico.	36
Fig. 21 Transformador para las pinzas eléctricas de aturdimiento.	38
Fig. 22 Aplicación de método eléctrico por aturdimiento.	38
Fig. 23 Electro insensibilización en cerdos. Aplicación de pinzas.	39
Fig. 24 Flujo de los cerdos en la cámara de gas para su aturdimiento.	40
Fig. 25 Corte del seno de las cavas.	42
Fig. 26 Desangrado.	42
Fig. 27 Incisión en el seno de las cavas y las carótidas para desangrar.	43
Fig. 28 Sangre en la piel por mal desangrado.	44
Fig. 29 Proceso de Escaldado-depilado de cerdos.	45
Fig. 30 Proceso de Flameado manual en cerdos.	46
Fig. 31 Limpiado de canal.	47
Fig. 32 Proceso de corte de ano.	48
Fig. 33 Proceso de eviscerado.	49
Fig. 34 Separación de vísceras torácicas.	50
Fig. 35 Corte y lavado de canal.	52
Fig. 36 Canales en refrigeración.	53
Fig. 37 Carne fresca normal.	85
Fig. 38 Química de la mioglobina de la carne.	87
Fig. 39 Carne PSE (pálida, suave y exudativa).	92
Fig. 40 Carne DFD (oscura, firme y seca).	92
Fig. 41 Carne deteriorada.	94

INTRODUCCIÓN

La carne ha sido vista tradicionalmente como la responsable de la transmisión significativa de enfermedades humanas de origen alimentario. Aunque el espectro de enfermedades de origen cárnico de importancia en salud pública ha cambiado junto con los cambiantes sistemas de producción y procesamiento, en años recientes, estudios de vigilancia humana de patógenos específicos de origen cárnico, tales como *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella spp.*, *Campylobacter spp.* y *Yersinia enterocolitica*, han demostrado que el problema continúa. Además de los peligros biológicos, químicos y físicos existentes, también están apareciendo nuevos peligros, por ejemplo, el agente de la encefalopatía espongiforme bovina (BEE, por sus siglas en inglés). Aún más, los consumidores tienen cada vez más expectativas sobre asuntos de idoneidad que no son necesariamente de importancia para la salud humana. (Código de Prácticas de Higiene para la Carne FAO, 2005).

Para garantizar la sanidad e inocuidad de los productos que llegan al consumidor, la industria dedicada a la producción de carne, así como a su procesamiento, ha tenido que efectuar cambios en sus operaciones e instalaciones debido a las modificaciones de normas y reglamentos, en sintonía con los países con los cuales se tiene establecido el comercio de importación y exportación de carne y sus productos; ante esto, México ha respondido a estos requerimientos, ya que las adecuaciones sanitarias, junto con los acuerdos económicos firmados, hacen que nuestro país se convierta en un potencial exportador de carne de alta calidad. El diseño y construcción de una planta de sacrificio, así como cada uno de los pasos involucrados en la transformación del músculo en carne, tienen un fuerte impacto sobre la calidad global del producto final. En México, el sacrificio de ganado porcino, se lleva a cabo principalmente en rastros municipales y TIF, de los cuales la mayoría de estos últimos están acreditados por (United States Department of Agriculture; USDA) y (Food Safety and Inspection Service; FSIS) para exportar carne a los Estados Unidos de Norteamérica. (SAGARPA, 2013)

Un enfoque contemporáneo basado en el riesgo sobre la higiene de la carne requiere que medidas de higiene de la carne sean aplicadas en esos puntos de la cadena de producción del alimento (carne) donde son de mayor valor en

reducir los riesgos de origen alimentario a los consumidores. Esto debería reflejarse en la aplicación de medidas específicas que estén basadas en la ciencia y en la evaluación de riesgo, y en un mayor énfasis en prevención y control de la contaminación durante el procesamiento. La aplicación de los principios de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP, por sus siglas en inglés) es un elemento esencial. Los programas basados en el riesgo han demostrado ser exitosos en lograr el control de peligros hasta lo requerido para la protección del consumidor. Están basados en el resultado requerido más que en medidas detalladas y normativas.

Los principios de manejo del riesgo a la inocuidad alimentaria deberían ser incorporados en el diseño e implementación de programas de higiene de la carne donde sea apropiado. Además, los riesgos de origen cárnico a la salud humana recientemente reconocidos pueden requerir medidas adicionales a las que son usualmente aplicadas en higiene de la carne; por ejemplo, el potencial de transmisión zoonótica de trastornos al sistema nervioso central del ganado sacrificado significa que es necesario emprender programas adicionales de vigilancia de la salud animal. (FAO, 2007).

OBJETIVOS

General

- Generar un documento que permita conocer los principales aspectos involucrados en el control de calidad e inocuidad, durante la producción de carne de cerdo.

Particulares

- Conocer los principales problemas de inocuidad y calidad a los que se enfrentan los Establecimientos TIF durante la producción de carne, y las acciones correctivas aplicadas.
- Conocer los principales puntos de revisión, realizados durante una visita de inspección a un Establecimiento TIF.

METODOLOGÍA

Se realizó la búsqueda de publicaciones en bancos virtuales, utilizando palabras clave como: Establecimientos Tipo Inspección Federal (TIF), Rastros o Mataderos, Sacrificio de Porcinos, Inocuidad Alimentaria, Calidad de Carne de Cerdo, Bienestar Animal, etc. encontrándose como material de apoyo Artículos de Revistas Nacionales e Internacionales (Meat Science, Revue Scientifique et Technique de L'Office International des Epizooties (World Organisation for Animal Health OIE, por sus siglas en inglés), Revista Electrónica de Veterinaria (REDVET),Vocablo Náhuatl para “carnes” (NACAMEH), Food Chemistry) por mencionar algunas, Libros recientes, Resúmenes y Publicaciones de Congresos.

A la vez también se utilizaron como apoyo Tesis de Licenciatura, Maestría y Doctorado de Universidades Nacionales y Extranjeras, Manuales de Procedimientos o de Información, publicados por Organismos de índole Nacional e Internacional: World Organisation for Animal Health; Office International des Epizooties (OIE), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), CODEX ALIMENTARIUS, Food and Agriculture Organization (FAO), Food and Drug Administration (FDA), etc.. Normas Oficiales y Normas Mexicanas relacionadas con el tema.

El criterio para seleccionar la información recabada, se baso principalmente en las fechas de publicación, tomando en cuenta aquellas de los últimos 5 años.

CAPÍTULO 1

ESTABLECIMIENTOS TIF,
GENERALIDADES Y ACTIVIDADES
QUE DESEMPEÑA.

Capítulo 1

Establecimientos TIF, generalidades y actividades que desempeña.

Los animales contribuyen al bienestar humano puesto que nos sirven para alimentarnos y por lo tanto, es nuestra obligación como seres humanos, que tenemos el privilegio de poder hablar y de expresar nuestros sentimientos y dolencias, evitarles hasta donde sea posible situaciones de miedo, dolor, ansiedad, hambre y sed.

Un manejo inadecuado durante la matanza de los animales productores de carne, provoca en éstos ansiedad y dolor que repercuten en pérdidas económicas y riesgos sanitarios por la mala calidad de la carne, además del peligro físico que supone para los operarios que manejan a estos animales.

En México no existen programas de entrenamiento específico para los operarios que realizan la matanza de animales de abasto, por lo que es común que se les ocasione un profundo sufrimiento con las consecuentes pérdidas económicas en la calidad de la carne y en la vida de anaquel de la misma, siendo ésta una desventaja para el consumidor nacional y para la exportación de canales y productos cárnicos en el comercio internacional. En este sentido, la Organización Mundial de la Salud Animal (OIE por sus siglas en inglés) ha señalado directrices y recomendaciones a los países miembros sobre la necesidad de mejorar el bienestar animal en el proceso de matanza.

En la norma NOM-033-ZOO-1995 “Sacrificio Humanitario en Animales de Abasto”, se determina la obligatoriedad del manejo adecuado en el momento de la matanza; sin embargo, en la gran mayoría de los rastros no se aplican adecuadamente los sistemas de aturdimiento (inconsciencia) previo a la matanza.

Actualmente en la República Mexicana hay 408 establecimientos Tipo Inspección Federal (TIF) de todas las especies, distribuidos en la República Mexicana, siendo Nuevo León, Estado de México y Distrito Federal, donde se localizan la mayoría de estos establecimientos (Fig.1), de los cuales 80 son para Cerdos, siendo Sonora y Jalisco los estados con más producción (Fig.2). En los rastros TIF, que son supervisados por la Secretaría de Agricultura,

Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) directamente por el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), el manejo y la matanza de los animales se lleva a cabo de acuerdo a las normas mexicanas y requerimientos internacionales, especialmente en el ámbito sanitario; además el personal recibe entrenamiento para las tareas que se les recomiendan. En los rastros municipales, en cambio, la inspección sanitaria funciona bajo el control de las autoridades municipales de acuerdo con la Secretaria de Salud, donde las condiciones de higiene, manejo y matanza de los animales no son compatibles con los principios de protección a la salud humana y de ética, por una parte, y con los de bienestar animal por la otra (Méndez, 2013).

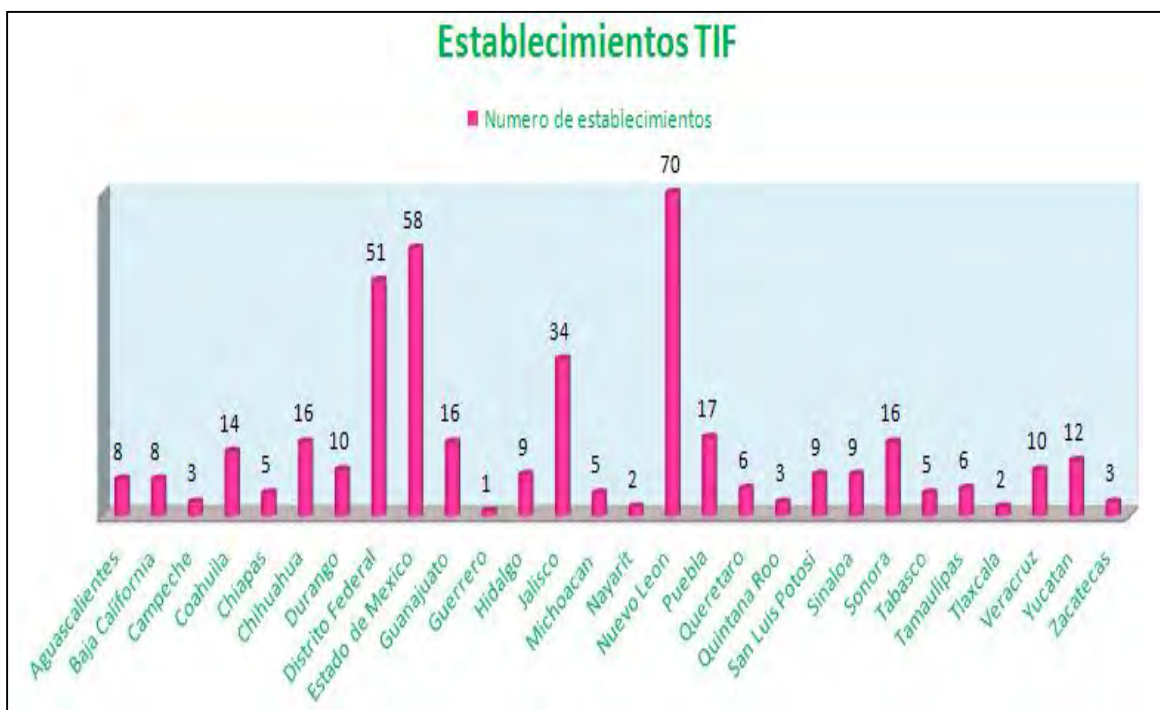


Fig. 1 Distribución de Establecimientos TIF en la Republica Mexicana. Elaboración propia con datos de DETIF/SENASICA 2014.

Top Ten de los Productores de Carne de Cerdo 2013/
(% de participación en el total nacional)



Fuente: Porcimex con datos de la Sagarpa-SIAP /Preliminar

Fig. 2 Principales estados productores de Carne de Cerdo en Canal. Fuente: www.cmp.org Elaborado con datos del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) Preliminar.

Afortunadamente en el decreto del 7 de Junio de 2012 publicado en el Diario Oficial designa a la SAGARPA como “la autoridad responsable de tutelar la sanidad y el bienestar animal, así como de las buenas prácticas pecuarias en la producción primaria; y establecimientos Tipo Inspección Federal, y en los demás establecimientos dedicados al sacrificio de animales y procesamiento de bienes de origen animal”. Lo cual ha conllevado a un beneficio, pues se ha incrementado la producción de carne de Porcino en estos establecimientos en los últimos años (Fig.3).

Sacrificio Porcino en Rastros TIF
(miles de cabezas)

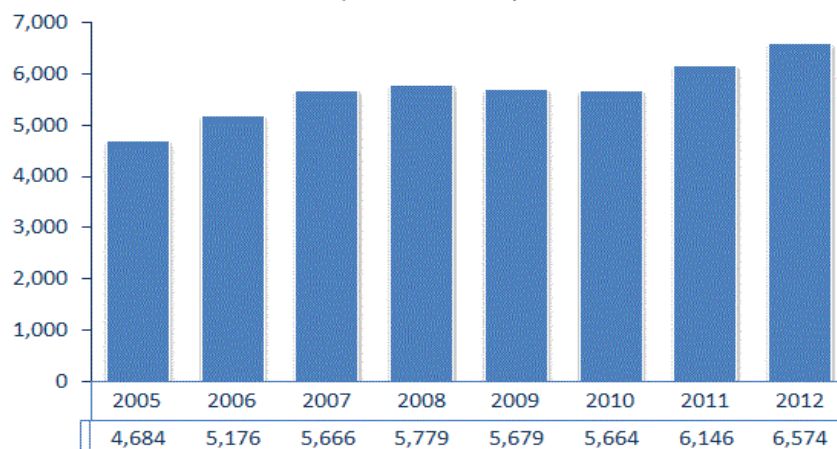


Fig. 3 Sacrificio de Porcino en Rastros TIF. Fuente: www.cmp.org Porcimex con datos del Departamento de Establecimientos TIF SAGARPA.

Por otro lado numerosos países importadores de carne mexicana, incluyendo la Unión Europea, así como grandes empresas multinacionales (Wall Mart, McDonald's, Burger King, etc.) han formulado leyes y procedimientos relacionados con el trato de los animales y solo admiten carne de países donde se vela por el bienestar animal.

Tanto por las exigencias a nivel nacional como internacional, es imperativo que los operarios de los rastros que manejan a los animales en el momento de su muerte, tengan apoyo bibliográfico para su capacitación y entrenamiento. (SAGARPA, 2013).

1.1 DEFINICIÓN DE RASTRO (MATADERO)

La finalidad de un matadero es producir carne preparada de manera higiénica mediante la manipulación humana de los animales en lo que respecta al empleo de técnicas higiénicas para el sacrificio de los animales y la preparación de canales mediante una división estricta de operaciones “limpias” y “sucias”. Y al mismo tiempo facilitar la inspección adecuada de la carne y el manejo apropiado de los desechos resultantes, para eliminar todo peligro potencial de que carne infestada pueda llegar al público o contaminar el medio ambiente (FAO, 2008). (Véase Anexo 1).

1.2 ¿QUÉ ES UN ESTABLECIMIENTO TIF?

La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), conforme a lo dispuesto en la Ley Federal de Sanidad Animal, a través del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) tiene como una de sus responsabilidades primordiales la de garantizar la inocuidad de bienes de origen animal, que se procesan en los establecimientos Tipo inspección Federal. (Fig. 4 y 5).

Este sistema surge en 1946-1947. Nace, como respuesta al cierre de la frontera norte, ante los primeros brotes de fiebre aftosa en nuestro país. El marco legal que lo regula tuvo su origen en la Ley y Reglamento de la Industrialización Sanitaria de la Carne, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de febrero de 1950. Actualmente estos establecimientos

operan bajo el marco legal de la Ley Federal de Salud Animal, publicada el 18 de junio de 1993 y modificada recientemente en el 2007.

Los establecimientos TIF se apegan a normas nacionales e internacionales. Entre las normas nacionales a las cuales se deben apegar de manera cabal son la NOM-008-ZOO- 1994 y NOM-009-ZOO-1994; las cuales marcan la pauta para construir y equipar los establecimientos y procesar la carne (SENASICA).



Fig. 4 Logotipo Oficial de la SAGARPA.



Fig. 5 Logotipo Oficial SENASICA.

1.2.1 Establecimiento Tipo Inspección Federal (TIF).

Las instalaciones dónde se sacrifican animales o procesa, envasan, empacan, refrigeran o industrializan bienes de origen animal, y están sujetas a regulación de la SAGARPA en coordinación con la Secretaria de Salud. (Fig. 6)



Fig. 6 Logotipo del Sello TIF.

Es también una instalación de sacrificio de animales de abasto, frigoríficos e industrializadores de productos y subproductos cárnicos, que son objeto de una inspección sanitaria permanente, en la que se verifica que las instalaciones y

los procesos cumplan con las regulaciones que señala la SAGARPA mediante un marco jurídico basado en Leyes, Reglamentos y Normas con la finalidad de que los alimentos sean inocuos.

Como hemos dicho, los Establecimientos Tipo Inspección Federal son aquellos en los que a través de diversos procedimientos se garantiza la inocuidad de los productos cárnicos y que están sujetos a regulación de la SAGARPA en coordinación con la Secretaría de Salud, de acuerdo al ámbito de competencia de cada una. Ahora bien, la denominación o certificación TIF, es un índice de calidad de los productos que se otorga cuando las instalaciones y el proceso de producción se ajustan a las normas oficiales certificadas por la Dirección de Establecimientos TIF (DETIF). En sentido estricto se podría pensar que al contar con un edificio adecuado que cumpla esta descripción, se obtendría esta certificación sin embargo esto es sólo el 50%, el otro 50% radica en la capacitación del personal que debe ser planeada en dos niveles:

- La capacitación del personal operativo, es tal vez el aspecto más importante después de tener un edificio adecuado.

En primer lugar se deben cultivar buenos hábitos de higiene personal, (baño diario antes y después de la faena, uñas recortadas, evitar el uso de barba y bigote y accesorios como aretes) se deben generar buenas prácticas de higiene en el interior establecimiento (utilizar la ropa adecuada y mantener limpio el lugar de trabajo), el personal operativo requiere estar capacitado en la manipulación de alimentos (utilizar guantes, tapabocas, no tocar los alimentos con las manos) aunado a esto deben contar con conocimientos necesarios para el correcto manejo de los equipos industriales que intervienen en la línea de producción, conocer los Procedimientos Operativos Estandarizados de Sanitización (POES), trato humanitario de los animales, deben saber qué hacer ante un imprevisto , y también recibir instrucciones de la autoridad directa, en este caso el MVZO, (Médico Veterinario Zootecnista Oficial) todo ello debe aprenderse gradualmente, ya que lo usual es la rotación de posiciones de trabajo.

- La capacitación del personal de mantenimiento, también es importante aunque no tan especializada ya que tienen menos contacto con productos cárnicos, su labor radica en conservar la maquinaria y los servicios complementarios.

Pero además deben dar mantenimiento correctivo y preventivo a la línea de producción por lo que sería conveniente que el personal de mantenimiento participe desde la colocación de los equipos ya que posteriormente será su responsabilidad cuidarlos.

Además de las medidas de capacitación la empresa debe garantizar la salud de los operarios que están en contacto directo con la carne, por ello se programará en coordinación con el MVZO cuando menos un examen médico anualmente. Como es de suponerse con la práctica se llega a la eficiencia y como es natural existen curvas de aprendizaje en los diferentes aspectos, pareciera complejo de primera mano, pero los establecimientos TIF logran cubrirlos todos.

“Ostentar esta certificación es el resultado de un trabajo minucioso del establecimiento y de la revisión y dictamen del SENASICA, para obtener el nivel de confianza de cumplimiento de los lineamientos normativos aplicables. Este trabajo es dinámico y constante, ya que una vez certificado, se continúa con un proceso de supervisión y verificación, tanto a nivel central como a nivel estatal.” (SENASICA)

El Sistema TIF disminuye el riesgo de que los productos y subproductos cárnicos puedan representar una fuente de contaminaciones bacterianas, virales y parasitarias, zoonosis o diseminadores de enfermedades a otros animales, cuidando de esta manera la afectación a la salud pública, la salud animal, la economía y el abasto nacional.

La certificación de establecimientos TIF trae consigo una serie de beneficios a la industria cárnica, permitiendo la movilización dentro del país de una manera ágil pues se cuenta con la garantía de inocuidad y sanidad en la elaboración de

producto, del mismo modo, abre la posibilidad del comercio internacional, ya que los establecimientos TIF son los únicos autorizados para exportar.

En este tipo de rastros no es aceptado para su sacrificio cualquier tipo de ganado, y solo es permitida la entrada a la matanza de los animales que son producidos en las granjas de los socios del rastro o de granjas seleccionadas que cubren los lineamientos de aceptación del rastro TIF en turno. Así mismo en estas instalaciones se emplea la técnica de sellado único en las canales, en la parte media exterior y no tres o cuatro en distintos lugares, los sellos deberán contener las siglas TIF antes de su número de clasificación. Todos los procedimientos de marcaje deberán efectuarse bajo la vigilancia del personal oficial.

Las canales se marcan con sellos especiales que expresan el grado de clasificación, con tintas autorizadas de diferentes colores de acuerdo al grado de clasificación que corresponda: Azul-Violeta, para las aprobadas como inocuas y aptas para el consumo humano. Verde, las decomisadas que pueden ser utilizadas para fines industriales Rojo, condenadas.

1.3 ¿CÓMO FUNCIONA UN ESTABLECIMIENTO TIF?

Los establecimientos TIF cuentan con tres elementos característicos: la línea de Sacrificio y Faenado, Corte y Deshuese y la Refrigeración, estos elementos forman parte de una “producción en serie” o “línea de producción” de la cual se van obteniendo productos, en ocasiones subproductos y desperdicios, y funciona como se describe a continuación. (Guía de Buenas Prácticas del Diseño de Establecimientos de Sacrificio TIF, 2013).

1.3.1 El proceso principal.

Comienza con la llegada de los camiones a un patio de maniobras en el que encontraremos un andén de descarga, donde los animales son recibidos, inspeccionados, pesados y conducidos a los corrales donde serán bañados en un par de ocasiones, la primera para quitarles el estrés del viaje y la segunda antes de ser sacrificados. A continuación son aturdidos en el cajón de noqueo, ya caídos son izados para desangrarlos al hacerles una incisión en la yugular. Con ello terminar el proceso sacrificio.

En el faenado lo que se hará es lavar y retirar las cerdas del animal por medio de una escaldadora y depiladora, maquinas en las que la bestia es introducida para después volver a izarla con el propósito de detallar es decir volver a retirar cerdas que aún queden en el animal por medio de un chamuscado o flameado y un depilado a mano, a continuación se desprende la cabeza (parcialmente) y se pasa a eviscerado, donde son retiradas las vísceras rojas y verdes, para finalmente partir el animal por el esternón. A partir de este punto el producto se llama canal que será pesado y refrigerado.

La refrigeración o conservación se explicará aparte ya que tiene sus particularidades, en principio encontraremos que la canal debe refrigerarse para reducir su temperatura de 36°C a 4°C, a este procedimiento se le llama enfriamiento rápido además debe de permanecer a esa temperatura por 24 horas en las cámaras caneleras para mejorar su calidad, un proceso paralelo a este es la cámara de producto terminado que es donde se conservan los cortes que se hacen en corte y deshuese (valor agregado) y finalmente el túnel ráfaga cuando se requiere congelar producto para tener una vida de anaquel más larga; complementario a esto tendremos la zona de embarque limpio, que es el medio de salida de estos productos.

1.3.2 Subprocesos.

Reciben este nombre un par de procesos que se efectúan paralelamente al proceso principal, el primero es la cocción de sangre que se obtiene del desangrado, se lleva a cabo por medio de un agitador y un cocedor, esto con el propósito de producir harinas, una vez procesado este producto sale por el embarque sucio. El segundo subproceso consiste en limpiar las vísceras y separar los productos apropiados para consumo humano de los que no los son, conservando los primeros en cámaras de refrigeración para su posterior comercialización y enviando los últimos a cámaras de decomiso, para su posterior envío a plantas de rendimiento. (Guía de Buenas Prácticas del Diseño de Establecimientos de Sacrificio TIF, 2013).

1.3.3 Operarios.

Como parte del proceso principal también se deben seguir procedimientos, ya que en buena medida depende de las buenas prácticas de manufactura que se

obtenga y conserve la certificación TIF. Al iniciar el día deben de llegar a la aduana de alimentos donde es resguardada su comida y su ropa de calle, además aquí también le son entregados sus utensilios de trabajo, a continuación deben de bañarse, pasar por la esclusa donde se lavan las manos y las botas, para dirigirse a su área de trabajo, a la hora de la comida deben de salir preferentemente por otra esclusa ubicada en la zona sucia para evitar pasar por zonas limpias, en el entendido de que los operarios no deben de transitar fuera de su área de trabajo, para reingresar por la misma aduana que al inicio de día. A la hora de a salida se repite el procedimiento.

1.4 ESPECIFICACIONES A CUMPLIR DE UN ESTABLECIMIENTO TIF (RASTRO REGISTRADO), DE ACUERDO A LA NOM-008-ZOO-1994

Área de desembarque.

Deberá contar con rampa de altura ajustable para el desembarque de animales, la cual será con piso antiderrapante e iluminación natural o artificial de 30 candelas como mínimo o su equivalente.

Área para el lavado y desinfección de vehículos.

Debe asignarse e identificarse un área para el lavado y desinfección de vehículos con toma de agua y drenaje.

Corral de recepción para cada especie.

La capacidad de los corrales de recepción se calculará a razón de 2.5 m² por cabeza de bovino o equino y de 1.2 m² por cabeza de porcino, ovino o caprino. Deberán contar con iluminación natural o artificial de 30 candelas como mínimo o equivalente, con bebedero y en el caso de que los animales tengan que permanecer más de 24 horas deben contar con comederos. Las mangas deben ser de material anticorrosivo, de pisos impermeables y antiderrapantes, con declive que evite el estancamiento de líquidos. Deberán tener techo que cubra por lo menos el 50% de la superficie.

Corral de animales enfermos y/o sospechosos.

Debe estar separado físicamente de los corrales de recepción, techado completamente, contar con trampa de sujeción, comedero y bebedero.

Baño *ante-mórtem*.

Debe ubicarse previo al área de escurrimiento o secado y debe tener un sistema de aspersión o manguera para efectuar el baño de los animales. Debe contar con sistema de drenaje y alcantarillado.

Antecámara de secado o escurrimiento.

Debe estar ubicada previo al área de insensibilización, con una longitud tal que evite el hacinamiento de los animales y un dispositivo que evite su retroceso, la comunicación con el área de insensibilización será a través de una puerta para el personal que arrea el ganado y una puerta de guillotina en el paso de los animales.

Área de sacrificio.

El área debe ser cerrada, con paredes y techo; el material del piso debe ser antiderrapante; las paredes, el piso y el techo de fácil lavado, con una curva sanitaria entre piso y paredes para facilitar su limpieza. El piso deberá contar con una ligera inclinación hacia las coladeras. En la entrada del área de faenado se contará con vados sanitarios y protecciones para el control de la fauna nociva con dimensiones mínimas de un metro de largo, 50 cm. de ancho y 5 cm. de profundidad.

En las áreas donde se realicen operaciones con agua, se debe contar con drenaje y declive hacia el drenaje que evite encharcamiento de los líquidos. Los drenajes deben estar provistos de rejillas para evitar la entrada de plagas.

Se debe contar con al menos un sanitario para hombres y uno para mujeres, sin acceso directo al área de proceso.

Los baños deben estar provistos de retretes, papel higiénico, lavamanos, jabón, secador de manos, toallas desechables y recipientes para la basura. Los grifos no deben llevar accionamiento manual.

Localización de lavamanos y esterilizadores.

Los esterilizadores serán de material inoxidable, con circulación continua de agua caliente a 82.5°C. Los lavamanos se colocarán a un lado de cada esterilizador y deben ser de accionamiento no manual provistos de jabón. Los

lavamanos y esterilizadores se colocarán estratégicamente en las áreas de acuerdo al volumen de sacrificio del establecimiento según se indica a continuación:

Volumen de Sacrificio (Cabezas)	Cantidad y área de colocación de los esterilizadores y lavamanos
<p>más de 20 ganado mayor o más de 50 ganado menor</p>	<p>Uno entre el área de desangrado, lavado e inspección de cabeza, plataforma de despielado.</p> <p>Uno entre las áreas de lavado e inspección de vísceras, inspección, corte y lavado de canales.</p>
<p>50 a 99 ganado mayor 50 a 199 ganado menor</p>	<p>Uno entre las áreas de desangrado, lavado e inspección de cabezas.</p> <p>Uno en la plataforma de despielado.</p> <p>Uno a un lado de la despieladora</p> <p>Uno entre las áreas de lavado e inspección de vísceras y corte.</p>
<p>menos de 100 ganado mayor o menos de 200 ganado menor</p>	<p>Uno en el área de lavado e inspección de cabezas.</p> <p>Uno en la plataforma de despielado.</p> <p>Uno a un lado de la despieladora.</p> <p>Uno para la sierra de corte.</p> <p>Uno entre la inspección de vísceras y canales.</p>

Tabla 1. Relación entre el volumen de sacrificio y la cantidad de esterilizadores y lavamanos por área.

Fuente: NOM-008-ZOO-1994.

Las ventanas, ventanillas, claros y puertas deben estar provistas de protecciones en buen estado de conservación, para evitar la entrada de polvo, lluvia y fauna nociva a las áreas de proceso.

El equipo que esté en contacto directo con el producto deberá estar libre de óxido, ser liso y desmontable para su limpieza y desinfección. No se permite el uso de madera y granito. Se debe contar con recipientes plásticos o de metal anticorrosivo rotulados y en cantidad suficiente para la disposición de los productos, subproductos, despojos y decomisos. El personal debe contar con equipo de trabajo como son botas de hule, mandil o batas ahuladas, casco o cualquier implemento que cubra completamente el cabello.

Los establecimientos deben contar con un área exclusiva delimitada para el depósito de desechos y basura, fuera de las áreas de proceso. Debe disponerse de suficiente agua potable, así como de instalaciones adecuadas para su almacenamiento y distribución. El agua que se utilice para el proceso del producto debe ser potable y en caso de que por esta área circule agua no potable, ésta debe hacerlo por tuberías separadas e identificadas.

Área de insensibilización de animales.

Deberá contar con un cajón de concreto o metálico en donde quepa un solo animal, con piso antiderrapante y una inclinación que asegure el rodamiento del animal al área seca.

Área seca de animales insensibilizados.

Esta área se ubicará frente al cajón de insensibilización para recibir a los animales conmocionados, el tamaño de la superficie será de acuerdo con la especie que se sacrifique. Contará con una entrada de drenaje con declive suficiente y una protección alrededor de tubos anticorrosivos a una separación entre uno y otro que evite el escape de los animales que fueron mal insensibilizados.

Entrada de animales lisiados.

Deberá existir una entrada para animales lisiados que comunique con el área seca en la cual deberá efectuarse la insensibilización, la puerta de entrada deberá sellar perfectamente para evitar la entrada de insectos, polvo u otra fauna nociva durante las operaciones.

Área de desangrado.

Contará con las instalaciones para que el faenado no se realice en el piso. Las operaciones de desangrado y todas las siguientes deberán realizarse en el riel. Los rieles deberán estar separados 1 metro como mínimo de las paredes.

Esta área deberá ser lo suficientemente amplia para que ocurra el desangrado dentro de ella y con un sardinel alrededor de 30 cm. de altura con respecto al piso y drenaje, se debe contar con dos salidas de material corrosivo con tapa, una para la captación de la sangre en depósitos especiales o la conducción de la misma a la planta de rendimiento y la otra para las operaciones de limpieza del área conectándose ésta al drenaje general del establecimiento.

En el caso de porcinos se contará con una tina de escaldar, metálica, libre de óxido y con circulación continua del agua. Debe contar con el equipo necesario para garantizar la total eliminación de las cerdas y una instalación para el lavado del animal antes de proceder al corte de la cabeza.

Área de lavado e inspección de cabezas.

Esta área debe contar con una construcción especial para el lavado de las cabezas, con un gabinete donde puedan colgarse para el lavado a presión y una mesa con ganchos para su inspección, con una iluminación de 100 candelas como mínimo o su equivalente.

Área de despielado.

La altura de los rieles en esta área será tal que la parte más baja del animal debe permanecer mínimo 30 cm. con relación al piso. Debe contar con plataformas de material libre de óxido.

Área de evisceración.

Debe contarse con un carro de material libre de óxido para la recepción e inspección de las vísceras de bovinos, equinos, porcinos, ovinos y caprinos, con doble charola, una para las vísceras rojas y otra para las verdes. La inspección debe realizarse en un área con iluminación de 100 candelas como mínimo o su equivalente. Debe existir un área específica para el lavado y desinfección del carro o charola de las vísceras.

Área de lavado de vísceras.

Esta área deberá contar con charolas o mesas especiales con desagüe para el lavado de las vísceras rojas y otras separadas físicamente para el lavado de las vísceras verdes.

Área de corte de canales.

Debe existir un área para el corte de canales con sierra, en frente deberá tener una mampara protectora, para evitar la contaminación.

Área de inspección de canales.

Esta área debe contar con una iluminación de 100 candelas como mínimo o su equivalente. Contará con un riel de retención para la reinspección de las canales.

Área de lavado de canales.

Esta área tendrá una longitud suficiente que permita el lavado adecuado de las canales y una mampara protectora que evite la contaminación.

Cámara de refrigeración.

Las cámaras de frío deberán construirse de material impermeable, liso, de fácil lavado. El difusor debe contar con un sistema que conduzca el agua de deshielo hacia el drenaje de la planta. Deberán contar con la capacidad necesaria para refrigerar el volumen diario de sacrificio.

Las canales no deben tener contacto entre sí ni con las paredes ni el piso. En caso de cortes, vísceras o despojos se deben almacenar en recipientes con tapadera, bien identificados, sobre tarimas. No se permite madera como material para las tarimas. El producto y las tarimas deben separarse de la pared un mínimo de 40 cm.

El material metálico que se encuentre en este lugar debe estar libre de óxido. El piso debe ser liso y sin defectos que provoquen encharcamiento de agua u otros líquidos. En caso de almacenar productos de diferentes especies, debe contar con una separación física de las áreas mediante una malla u otro material que impida el contacto entre el producto almacenado.

Se debe colocar un termómetro interior para el monitoreo de la temperatura. Las cámaras de frío deben contar con iluminación artificial de 30 candelas como mínimo o su equivalente y un seguro de acción interior para las puertas. En las cámaras de refrigeración debe existir una jaula para retención de canales con un espacio mínimo del 5% del volumen de sacrificio. Los rastros registrados deben contar con cámaras de refrigeración para canales y vísceras en los plazos que se señalan a continuación:

Volumen de sacrificio (cabezas)	Plazo de cumplimiento (turno de 8 horas)
Ganado mayor más de 100	2 años
Ganado menor más de 250	2 años
Ganado mayor 50 a 99	3 años
Ganado menor 100 a 249	3 años
Ganado mayor 15 a 49	4 años
Ganado menor 30 a 99	4 años
Ganado mayor menos de 15	5 años
Ganado menor menos de 30	5 años

Tabla 2. Relación entre el volumen de sacrificio y el cumplimiento para instalar cámaras de refrigeración.

Fuente: NOM-008-ZOO-1994.

Oficina para el médico veterinario oficial o aprobado.

Deberá destinarse una oficina independiente para el médico veterinario oficial o aprobado, con un escritorio, sillas, un casillero de metal para cada inspector auxiliar, un gabinete metálico con cerradura para guardar documentos y otros artículos. La entrada será independiente de cualquier otra oficina del establecimiento o de algún cuarto de descanso para empleados u obreros.

Área de carga del producto terminado.

Esta área deberá estar techada, dejando únicamente comunicación con el exterior por donde el camión cargará, la cual debe permanecer cerrada cuando no haya actividad. De acuerdo con su volumen de sacrificio los rastros deben cumplir con este punto en los plazos que se señalan a continuación:

Volumen de sacrificio (cabezas)		Plazo de cumplimiento (turno de 8 horas)
Ganado mayor	más de 100	1 año
Ganado menor	más de 250	1 año
Ganado mayor	50 a 99	2 años
Ganado menor	100 a 249	2 años
Ganado mayor	15 a 49	3 años
Ganado menor	30 a 99	3 años
Ganado mayor	menos de 15	4 años
Ganado menor	menos de 30	4 años

Tabla 3. Relación entre el volumen de sacrificio y el cumplimiento para instalar área de carga de producto terminado. Fuente: NOM-008-ZOO-1994.

Planta de rendimiento.

Debe contar con instalaciones provistas del equipo necesario para la industrialización de animales muertos en los corrales o de las canales, vísceras, huesos y demás esquilmos no aprobados para el consumo humano; así como con instalaciones para disponer de los productos que no puedan ser industrializados. En su caso se acepta contar con un contrato con otro establecimiento para la movilización e industrialización de los mismos, el cual debe estar notificado a la SAGARPA.

CAPÍTULO 2

OPERACIONES UNITARIAS INVOLUCRADAS EN EL SACRIFICIO DE CERDOS EN UN ESTABLECIMIENTO TIF.

Capítulo 2

Operaciones unitarias involucradas en el sacrificio de cerdos en un establecimiento TIF

La calidad de la carne depende del manejo que reciba el ganado desde que sale de los corrales hasta que llega al punto de venta. El conocimiento de estas interacciones puede ayudar a optimizar el control de calidad de la carne fresca y sus productos, así como la extensión de su vida útil; sobre todo en las fases en las que se pueden aplicar medidas primordiales para prevenir y eliminar el riesgo relacionado con la inocuidad de los alimentos o para reducirlo a un nivel aceptable (Nychas 2008). (Véase Anexo 1).

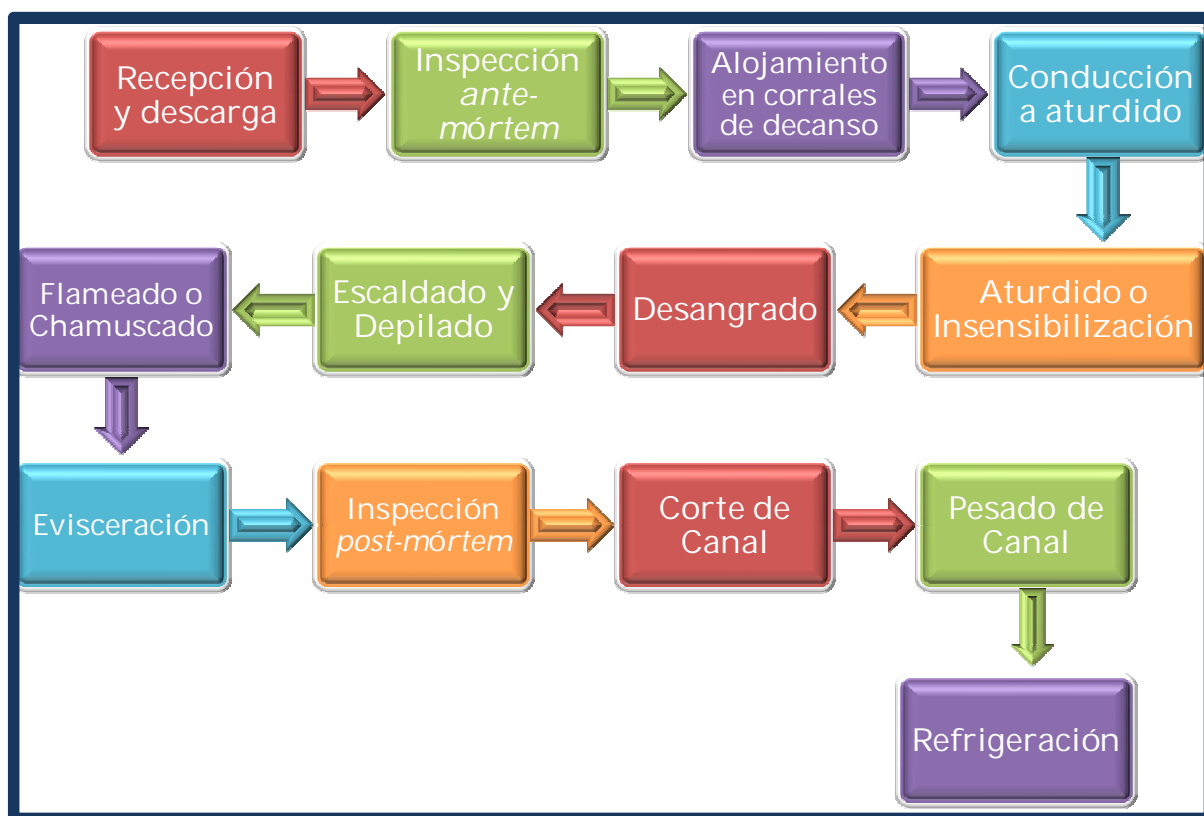


Fig. 7 Diagrama de operaciones involucradas en el proceso de sacrificio de cerdos.
Fuente: Elaboración propia.

2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES ANTE-MÓRTEM.

2.1.1.- Recepción.

Las instalaciones de los rastros deben ser correctamente diseñadas y construidas, considerando el comportamiento y características de los cerdos, esto contribuirá al manejo seguro y tranquilo de los mismos, reduciendo así el riesgo de lesiones y estrés, tanto para ellos como para los operarios.

Las rampas son estructuras necesarias para la descarga de los cerdos de los vehículos de transporte. Éstas deben tener paredes altas y cerradas o sólidas, que impidan que los cerdos vean hacia afuera, así como una iluminación difusa que no provoque contrastes de luz y sombra. En general se recomienda que tengan una anchura adecuada (alrededor de 2 metros) para que los cerdos bajen en grupos tal y como están acostumbrados a estar. (Fig. 8).

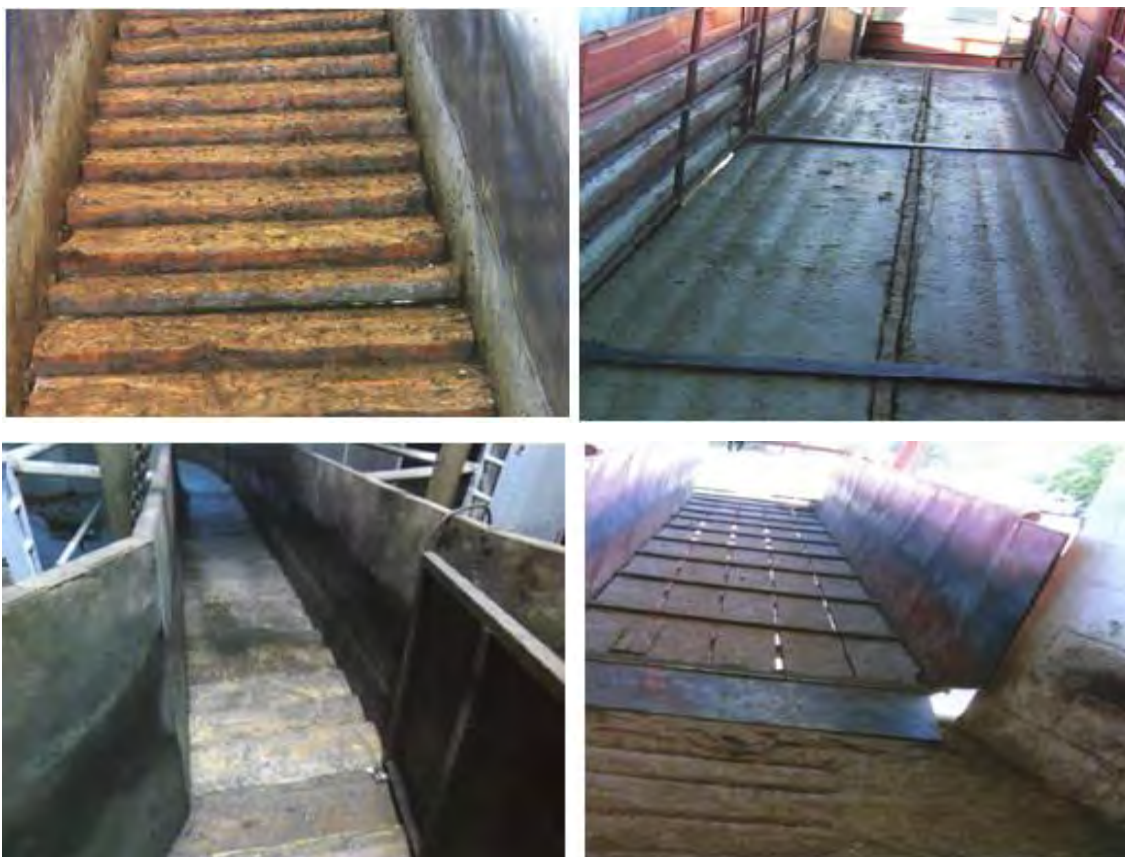


Fig. 8 Rampas de desembarque con y sin escaleras.

Manual de Bienestar Animal para Operarios de Matanza en Rastros. SAGARPA (2013).

En las rampas fijas utilizadas para cerdos, es recomendable que tengan escalones de 25 cm de largo y 2.5 a 5 cm de alto, con una inclinación máxima de 15 grados. El piso de los escalones debe tener ranuras profundas y cuadrículas para evitar resbalones (Fig. 9). (Manual de Bienestar Animal para Operarios de Matanza en Rastros, 2013).



Fig. 9 Escalones con piso antiderrapante.
Manual de Bienestar Animal para Operarios de Matanza en Rastros. SAGARPA (2013).

2.1.2- Inspección *ante-mórtem*.

Actividad realizada exclusivamente por Médicos Veterinarios Zootecnistas. La inspección *ante-mórtem*, es el procedimiento por el cual se revisa a los animales dentro de los corrales, para decidir si se encuentran clínicamente sanos para su sacrificio NOM-194-SSA1-2004. Mediante la inspección un Médico Veterinario Zootecnista determina la condición fisiológica del animal, descarta aquellos animales que muestren cualquier signo, lesión o condición que pueda representar un riesgo para la salud humana y animal o que requiera de re-inspección sanitaria, o bien, de pruebas diagnósticas para decidir su destino final.

En los estudios realizados por Ekiz et al., (2012), demuestran que es necesario que el animal antes del sacrificio no se encuentre en estado excitado, febril o fatigado, aconsejan un descanso por un período no menor a seis horas, debido a que éstas condiciones pueden enmascarar enfermedades y comprometer la salud del consumidor. Warris (2003) estima que períodos cortos de reposo, de 2 a 3 horas, pueden mejorar la calidad de la carne, observándose menor presencia de carnes PSE, pero períodos más largos incrementan el porcentaje de carnes DFD. Contrario a esto, la NOM-033-ZOO-1995 enuncia:

“Previo al sacrificio, los cerdos deben reposar como mínimo 12 horas y como máximo 24 horas en corrales de descanso, donde no se encuentren hacinados

ni mezclados con piaras de diferente procedencia, para evitar las peleas entre animales y las lesiones propias de los ataques entre ellos, evitando así la depreciación de la canal”

2.1.3.- Alojamiento en corrales de descanso.

El período de reposo de los animales en los corrales de estabulación antes del sacrificio, permite la recuperación de las condiciones fisiológicas perdidas durante los procesos de carga, transporte y descarga de los animales; normaliza las condiciones metabólicas, tales como la renovación de los niveles de glucógeno muscular y el tono muscular, y favorece la relajación de aquellos animales más afectados por las condiciones de manejo previas (Fischer, 1996, citado por Roldán et al., 2011).

La NOM-009-ZOO- 1994, refiere que el periodo mínimo de descanso para los bovinos es de 24 hrs. y máximo de 72; para los cerdos, mínimo 12 hrs y máximo 24. El tiempo de reposo podrá reducirse a la mitad del mínimo señalado cuando el ganado provenga de lugares cuya distancia sea menor de 50 kilómetros. Los animales deben tener agua en abundancia para beber y ser alimentados cuando el período de descanso sea superior a 24 hrs.

Los corrales deberán contar con espacio suficiente para que todos los cerdos se puedan echar, y que cada uno tenga acceso al agua fresca para beber (15 a 18 °C) y mantener áreas secas.

En climas fríos, los corrales deben tener paredes sólidas y techos para proteger a los cerdos del estrés del clima; en donde éste es cálido, es necesario un techo en los corrales de descanso para protegerlos del calor y de las quemaduras del sol. (Fig. 10).

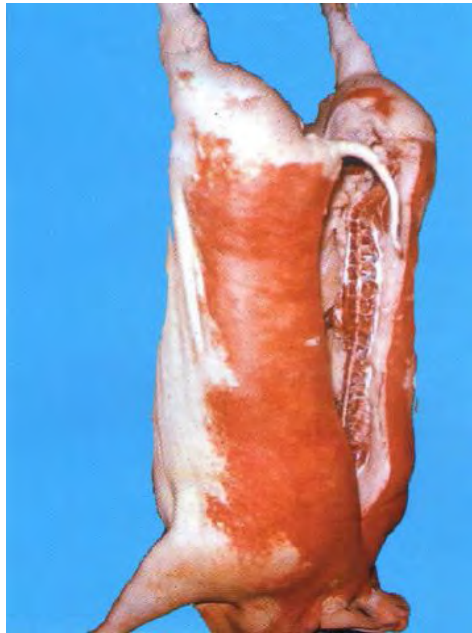


Fig. 10 Quemaduras por sol en cerdos.

Manual de Bienestar Animal para Operarios de Matanza en Rastros. SAGARPA (2013).

Son de gran utilidad los aspersores de agua y ventiladores en los corrales de los cerdos para refrescarlos, ya que carecen de glándulas sudoríparas, lo que les impide liberarse del calor, además de que el baño los tranquiliza (Fig. 11). En los corrales abiertos y sin techo, incluso los cerdos acostumbrados al aire libre sufrirán.



Fig. 11 Aspersores para refrescar cerdos.

Manual de Bienestar Animal para Operarios de Matanza en Rastros. SAGARPA (2013).

En términos generales un corral de descanso no se debe llenar más de $\frac{3}{4}$ de su capacidad y no debe de haber más de 50 cerdos por corral. Una densidad de cerdos excesiva causa traumatismos y por ellos decomisos. Cerdos sucios en corrales de descanso nos indican una alta densidad, ya que no se conservan las zonas secas separadas de las húmedas. (Fig. 12)



Fig. 12 Corrales de descanso con alta densidad.
Manual de Bienestar Animal para Operarios de Matanza en Rastros. SAGARPA (2013).

2.1.4.- Preparación de los cerdos para la matanza.

En el momento de la matanza, los cerdos deben estar sanos y haber descansado adecuadamente (2-4 horas), especialmente si han viajado durante muchas horas (más de 6 horas) o largas distancias. Los cerdos deben tener agua disponible durante este tiempo y deben ser alimentados, en caso necesario, cuando el ayuno se prolongue más de 24 horas. Los cerdos antes de la matanza deberán tener mínimo 6 horas de ayuno y máximo 24, pero nunca les debe de faltar agua. (Méndez, 2013).

Sin embargo, es recomendable que los cerdos se maten a su llegada cuando las distancias o tiempo de transporte sean cortos (2 horas máximo), o en viajes más largos cuando cumplan de 2-4 horas de descanso como máximo, ya que el encierro en los corrales del rastro se convierte en un evento muy estresante para ellos. (Manual de Bienestar Animal para Operarios de Matanza en Rastros, 2013).

Los bebederos deben tener la capacidad suficiente para que todos los cerdos del corral puedan beber agua limpia y fresca, que se encuentre disponible y de fácil acceso; de la misma manera debe de ser lo suficientemente alto o estar protegidos para impedir que el animal se meta, se ahogue o defeque en ellos (Fig. 13).



Fig. 13 Bebedero de pileta.

Manual de Bienestar Animal para Operarios de Matanza en Rastros. SAGARPA (2013).

Debido a que los bebederos de tazón o pileta ocupan mucho espacio, limitan la superficie efectiva disponible por animal y pueden provocar lesiones al mover a los cerdos, por lo que su uso se ha restringido. Actualmente, lo más común es el uso de bebederos de chupón, los cuales deberán garantizar un flujo de agua de 1.2 litros por minuto.

Sin embargo, normalmente estos bebederos de chupón se fijan en las paredes, por lo que es común que los cerdos se rasguen la piel, incluso en ocasiones se los pueden llegar a clavar (Fig. 14). Para evitar esto, es mejor utilizar los bebederos de chupón colgantes. Otra ventaja de estos bebederos, es que se localizan en el medio del corral, lo que permite que todos los animales tengan acceso fácilmente al agua. Se debe de tener una relación de un bebedero por cada 12 o 15 cerdos (Fig. 15).



Fig. 14 Lesión por bebedero de chupón.

Manual de Bienestar Animal para Operarios de Matanza en Rastros. SAGARPA (2013).



Fig. 15 Bebederos colgantes.

Manual de Bienestar Animal para Operarios de Matanza en Rastros. SAGARPA (2013).

2.2. SACRIFICIO Y FAENADO DE LOS ANIMALES

Este proceso incluye etapas como la insensibilización, desangrado, eviscerado, lavado de canales e inspección *post-mórtem*, donde las buenas prácticas de manufactura son indispensables para la inocuidad de la carne, de su buena realización depende el tiempo de vida útil de la carne y la garantía de una materia prima de calidad para productos cárnicos.

2.2.1 Conducción al aturdido.

En la conducción final hacia el cajón de aturdimiento, los cerdos deben entrar individualmente, por lo que el pasillo de acceso deberá ser muy estrecho para que sólo quepa un animal. (Fig. 16). Los cerdos deben ser conducidos al área de aturdimiento tranquilamente, en un ambiente sin ruido. Jamás se debe golpear al animal para que camine. Cuando los cerdos son colocados en una manga de una sola fila, deben poder ver un espacio abierto hacia dónde dirigirse de por lo menos 3 cuerpos de distancia. Si se colocan dos mangas individuales la separación intermedia no debe ser sólida. (Fig. 17). (Manual de Bienestar Animal para Operarios de Matanza en Rastros, 2013).



Fig. 16 Pasillo de conducción al área de matanza.
Manual de Bienestar Animal para Operarios de Matanza en Rastros. SAGARPA (2013).

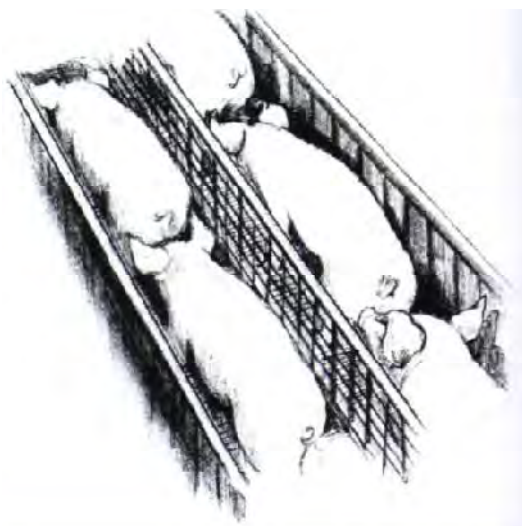


Fig. 17 Manga doble para cerdos que facilita movimiento tranquilo.
FAO (2005).

2.2.2 Aturdimiento o Insensibilización.

Es muy importante que los cerdos destinados a la matanza sean apropiadamente inmovilizados antes del aturdimiento y del desangrado. Esto tiene como objetivo asegurar la estabilidad del animal para que la aplicación del método de aturdimiento se realice correctamente.

El aturdimiento es el acto por medio del cual se provoca en el animal la pérdida de conciencia previo a causarle la muerte. La norma NOM-033-ZOO 1995, exige que los cerdos estén inconscientes antes de su muerte, con el fin de evitarles miedo, dolor y estrés. El animal debe estar inconsciente el tiempo

suficiente para que el desangrado ocasione una muerte rápida por falta de oxígeno al cerebro (anoxia cerebral). En otras palabras, la muerte debe presentarse antes de que el animal pueda recobrar el conocimiento.

Cuando el animal está consciente quiere decir que está despierto, alerta, que siente y tiene emociones, por lo tanto, el aturdimiento o la inconsciencia deben ser inmediatos y durar hasta que el animal muera. (Méndez, 2013).

La palabra “inmediato” significa un procedimiento que desactive el cerebro antes de que el cuerpo sienta dolor, es decir, el método de aturdimiento usado debe producir inconsciencia antes de que el animal sienta dolor por el método de aturdimiento usado. Inconsciente no quiere decir que el animal este inmóvil, ya que como consecuencia del método de aturdimiento los animales pueden tener convulsiones o movimientos de pataleo, que se conoce como fase clónica.

Un animal esta inconsciente cuando presenta:

- Ausencia de respiración rítmica.
- Ausencia de reflejo corneal.
- Actividad tónica (miembros posteriores contraídos, los anteriores estirados, rígidos y arqueamiento de espalda).
- Actividad clónica (movimiento de pataleo).
- Pérdida de sensibilidad cutánea.

2.2.2.1.- Métodos de aturdimiento para cerdos.

En la industria porcícola se utilizan dos métodos para lograr la inconsciencia de los cerdos de abasto: eléctrico y gas.

2.2.2.2.- Aturdimiento eléctrico.

Consiste en la aplicación de una corriente eléctrica a través del cerebro, que provoca la inhabilitación de sus funciones y puede aturdir o matar según la localización, la frecuencia y la magnitud de la corriente. Si no se aplica apropiadamente pueden presentarse hemorragias en los músculos y vísceras. (Fig. 18).



Fig. 18 Pinza eléctrica de aturdimiento para cerdo.
Manual de Bienestar Animal para Operarios de Matanza en Rastros. SAGARPA (2013).

2.2.2.3.- Bases y funcionamiento del aturdimiento eléctrico.

La velocidad del impulso nervioso es de 150 mseg y la velocidad de la corriente eléctrica es de 15 mseg, por lo que el tiempo que tarda el cerdo en sentir o reconocer la aplicación de los electrodos es 10 veces más lento que el tiempo que tarda la corriente en deshabilitar el cerebro y, por lo tanto, no da tiempo a que el animal sienta dolor, por lo que este método es muy bueno desde el punto de vista de bienestar animal.

Jamás deben colocarse los electrodos en áreas sensibles como los ojos, ni dentro del oído u ano.

El aturdimiento eléctrico induce un estado epiléptico durante 30-40 segundos; dicho estado debe durar lo suficiente para realizar el desangrado, ocasionando muerte por anoxia cerebral. Si no se desangra rápido el animal puede llegar a recuperarse. (Méndez, 2013)

Existen 2 tipos de aplicación para el método eléctrico:

- **Aplicación exclusiva en la cabeza.** Se aplica una corriente alterna de alto voltaje (250v) con 1.3-3 amperes a través de dos electrodos colocados a cada lado del cráneo (entre los ojos y las orejas) a la altura del cerebro, por medio de unas tenazas o pinzas, durante 5-7 segundos. Previo a la aplicación de los electrodos, la cabeza del animal debe estar mojada (Fig. 19). Ya que el cerebro de los cerdos es pequeño, los electrodos se deben colocar con precisión y sujetarse firmemente. Este

tipo de aturdimiento en la cabeza es reversible y el animal puede recuperar el conocimiento y la sensibilidad, por lo cual es capaz de sentir dolor nuevamente. Por esta razón, los cerdos aturdidos deben ser desangrados inmediatamente después del aturdimiento dentro de los primeros 15 seg, y así evitar que recuperen la consciencia.

- **Aplicación cabeza-corazón a la vez.** Se utilizan 3 electrodos en la cabeza y otro en la espalda, dorso torácico, esternón o pared costal, se aplica de 1 a 2 segundos sólo en la cabeza y simultáneamente de 3 a 5 segundos en la cabeza y corazón para evitar hemorragias y que los animales se salten la fase tónica; este método además de la inconsciencia, provoca paro del corazón y muerte por falta de irrigación cerebral, disminuye las posibilidades de recuperación del animal y hay menos patadas involuntarias en la fase clónica.



Fig. 19 Lugar de aplicación de los electrodos.

Manual de Bienestar Animal para Operarios de Matanza en Rastros. SAGARPA (2013).

2.2.2.4.- Fases del aturdimiento eléctrico.

Los efectos generales del aturdimiento eléctrico son contracción tónica, respiración inhibida, salivación excesiva, actividad motora física involuntaria e incontrolable (clónica) y estado de inconsciencia (Fig. 20) El mecanismo de acción se basa en que la corriente eléctrica induce al cerebro a un estado epiléptico que consiste en:

- **Fase tónica.** Dura de 10 a 20 segundos y se caracteriza por una rigidez del cuerpo con los miembros delanteros estirados y los posteriores flexionados, paro respiratorio momentáneo, posición fija del ojo,

ausencia del reflejo corneal y el animal sube la cabeza. Los electrodos se deben retirar en este momento, ya que se ha completado el aturdimiento.

- **Fase clónica.** Dura de 20 a 45 segundos y se caracteriza por movimientos incontrolados, pataleo. Si el desangrado no se realiza inmediatamente (15 segundos máximo) el animal volverá a recuperar la respiración rítmica y la consciencia (etapa de relajación). En resumen, son 37 segundos los que el animal dura aturdido o inconsciente (15 s tónica mas 22 s clónica); es en ese tiempo máximo que el animal debe desangrarse.
- **Relajación.** El animal está quieto y con la cabeza colgando. Empieza a recobrar sensibilidad y consciencia.

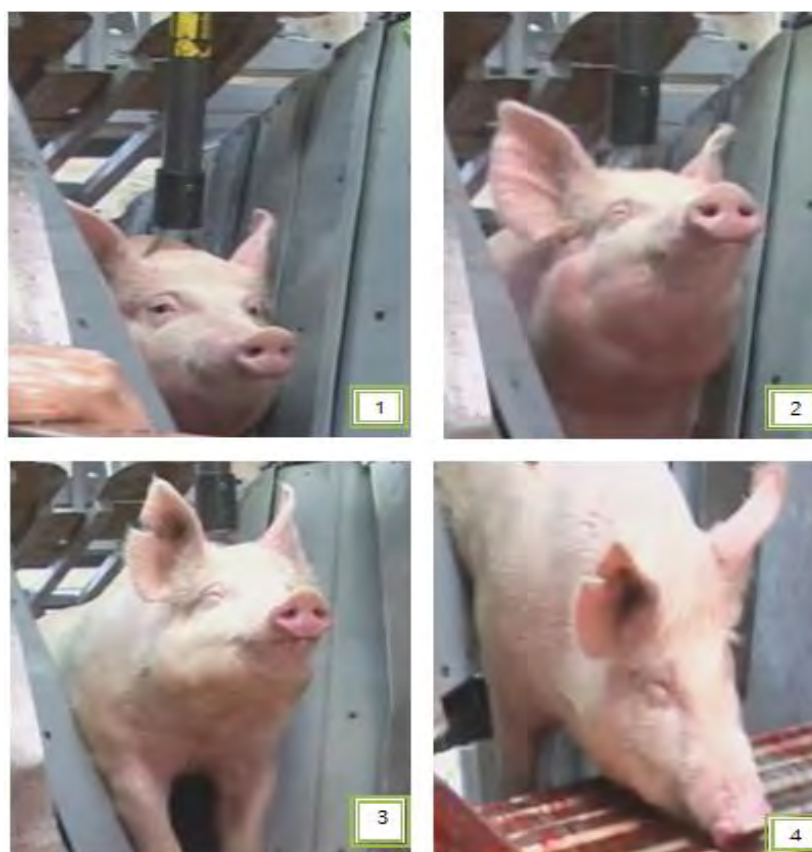


Fig. 20 Aturdimiento eléctrico, nótese: 1) Colocación de las pinzas en la cabeza. 2) Aplicación de la descarga eléctrica. 3) Animal en fase tónica, presenta rigidez del cuerpo con los miembros delanteros estirados. 4) Animal inconsciente. www.inocuo.tv. SENASICA; Reality Semana TIF: Proceso Sanitario de la Obtención de Carne de Cerdo (2012).

2.2.2.5.- Tiempo e intensidad de la aplicación.

Para porcinos con peso estándar (90-110 kg) se requiere un mínimo de 1.25 ampere. Este amperaje debe mantenerse durante 3 o 5 segundos para que al

pasar por el cerebro pueda inducir una inconsciencia instantánea, por lo que el tiempo de aplicación es de 5 a 7 segundos. Para asegurar la inconsciencia de los porcinos, el voltaje mínimo recomendado es de 250 volts.

Cuando el tiempo es mayor a 7 segundos se presenta directamente la fase clónica sin presentar primero la fase tónica, lo que da como resultado una disminución en la eficiencia del desangrado y aumenta la dificultad del degollado, ya que el animal está en movimiento y existe riesgo de golpes para el operario.

La intensidad de la corriente a aplicar es la combinación de amperaje (amperios) y voltaje (volts), por lo que los equipos deben tener un medidor de voltaje y amperaje que detecte la resistencia o impedancia que ofrece al animal al paso de la corriente, y así establecer la corriente y tiempo correctos (Fig. 21)

Con voltajes mayores de 200 o 250v, la resistencia del animal puede vencerse lo suficientemente rápido como para que el aturdimiento sea sin dolor; con voltajes menores de 250 v, se tarda más en vencer esa resistencia y, por lo tanto, el animal puede llegar a sufrir.

La resistencia (Ohms, Wats) es la dificultad que oponen los tejidos del animal (piel, pelo, grasa, etc.) al paso de la corriente eléctrica.

El aturdidor eléctrico debe tener suficiente amperaje (1.3 Å) para inducir un ataque epileptiforme que asegure que el animal quede inconsciente de inmediato. Un amperaje insuficiente puede hacer que el animal quede paralizado sin perder la sensibilidad y conciencia.

Los electrodos deben estar en buenas condiciones, sin corrosión y se deben limpiar diariamente. El operario debe ser competente para garantizar una buena posición y contacto de los electrodos. Para facilitar el paso de la corriente eléctrica a través del cerebro, es necesario que las áreas de aplicación estén limpias y mojadas para mejorar el paso de la corriente.



Fig. 21 Transformador para las pinzas eléctricas de aturdimiento.
Manual de Bienestar Animal para operarios de Matanza en Rastros. SAGARPA (2013).

2.2.2.6.- Aplicación del método por aturdimiento eléctrico.

En cerdos, los electrodos son colocados a cada lado del cráneo (en las sienes, es decir entre los ojos y las orejas) a la altura del cerebro (Fig. 22). Si el operario aplica el aparato en un punto equivocado, es posible que el animal no pierda el conocimiento. Esto se conoce como un shock perdido o “estado de pesadilla”. El animal se paraliza y no puede emitir ningún sonido, pero está completamente consciente, además de sentir mucho dolor. (Fig. 23).



Fig. 22 Aplicación de método eléctrico por aturdimiento.
Manual de Bienestar Animal para Operarios de Matanza en Rastros. SAGARPA (2013).



Fig. 23 Electro insensibilización en cerdos. Aplicación de pinzas.
 NOM-033-ZOO-1995

2.2.2.7.- Mantenimiento del equipo eléctrico.

Los electrodos deberán limpiarse frecuentemente para quitar todos los residuos y suciedad que pueda acumularse, y asegurar una buena conexión eléctrica. La rutina mínima de limpieza es una vez por día.

2.2.2.8.- Aturdimiento con gas.

El uso de gas dióxido de carbono (CO₂) es un método adecuado en cerdos, aplicable en rastros grandes, ya que este sofisticado equipo es relativamente costoso; en México hay pocos rastros que lo utilizan. Básicamente se aturden los cerdos por medio de diversas concentraciones de CO₂ en el aire (Fig. 24).

Las concentraciones de CO₂ para el aturdimiento de cerdos son de por lo menos 80% en aire durante 45 segundos, que se divide en 3 fases: la primera, de analgesia dura 20 segundos; la segunda, de excitación neuronal consecuencia de la hipercapnia y, posteriormente entre los 26 y 35 segundos de exposición al CO₂ el cerdo entra en la fase de anestesia causada por la disminución del pH del líquido cefalorraquídeo. Este sistema no requiere la sujeción de los animales y permite el aturdimiento en grupos o parejas, reduciendo así el nivel de estrés. Sin embargo, la aceptabilidad de este método desde el punto de vista del bienestar ha sido cuestionada, ya que se tardan 12 segundos en perder la conciencia, lo que no es inmediato, además de que es tóxico y los cerdos tosen ya que se forma ácido carbónico con la humedad.

Para algunos tipos de cerdos puede ser satisfactoria, pero para otros puede ser muy estresante.

Actualmente, el gas Argón mezclado con el CO₂ está siendo evaluado con propósitos de aturdimiento ya que es inerte, no tiene sabor, y los cerdos se desmayan sin sentir nada, lo que sería una ventaja sobre el CO₂.

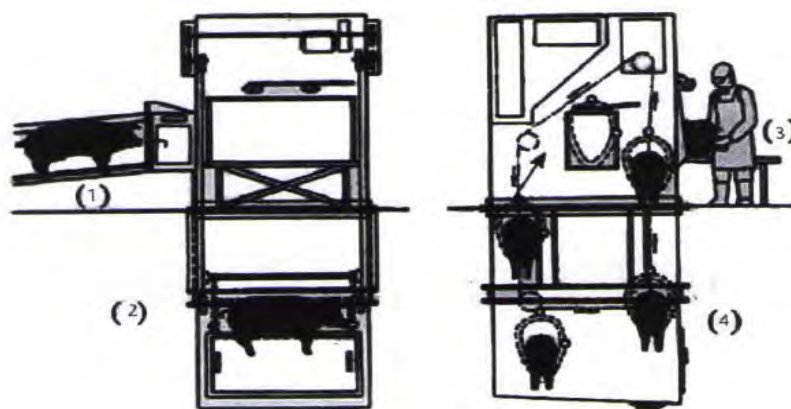


Fig. 24 Flujo de los cerdos en la cámara de gas para su aturdimiento. FAO (2007).

2.2.2.9.- Determinación del grado de Inconsciencia e Insensibilidad en el momento de la matanza.

Después de la aplicación del aturdimiento (eléctrico o gas) es importante determinar si el animal está inconsciente, ya que el desangrado y el procesado de la canal no deben comenzar sin haberse presentado completamente la inconsciencia. (Méndez, 2013)

En cerdos aturdidos eléctricamente, se induce un ataque de tipo epiléptico, el cual causa la pérdida instantánea del conocimiento, que se caracteriza por contracciones pasajeras de los miembros (fase tónica) y convulsiones recurrentes (fase clónica). Se presenta espasmos rígidos, los cuales pueden durar hasta 30 segundos. En ningún momento el cerdo debe emitir sonidos (chillidos o vocalizaciones) luego del aturdimiento. La vocalización es un signo de que el animal aun puede sentir dolor. Es normal tener reflejos de patadas en un animal bien aturdido con electricidad. Aunque el animal tenga estos reflejos, su cabeza debe caerse como la de un muñeco de trapo. El animal que trata de enderezarse se debe aturdir nuevamente de inmediato.

Es fundamental diferenciar cuando los cerdos no quedaron inconscientes y el aturdimiento no fue efectivo; en estos casos los cerdos presentan:

- Intentos de levantar la cabeza y de levantarse
- Los ojos se mueven para abajo.
- Tienen reflejo corneal.
- La respiración es rítmica.

La persona que evalúe la insensibilidad e inconsciencia se debe concentrar en la cabeza e ignorar las patadas de las extremidades. El jadeo se puede presentar, ya que es un signo de un cerebro moribundo. Si la lengua se descuelga directamente hacia abajo, flácida y suelta, el animal definitivamente está aturdido. Si esta enroscada, es un signo de posible sensibilidad y conciencia.

Para un aturdimiento efectivo es importante que el operario esté bien entrenado en el uso de la pinza eléctrica. Si el operario se cansa, se reduce su precisión. Por lo tanto, en una planta donde se procesa un elevado número de animales, se requiere la rotación de operarios.

En caso de que no se cuente con un equipo de gas o eléctrico, es factible usar la pistola, considerando que para cerdos grandes y viejos se requiere un cartucho más potente, ya que el cráneo es muy duro y las cavidades de los senos frontales son más grandes.

Recordar que se está aturdiendo no matando, por lo que no se debe asumir que el animal está muerto cuando se aturdió, y hay que desangrarlo inmediatamente.

2.2.3 Desangrado.

El desangrado es la parte del proceso en que se cortan los principales vasos sanguíneos del cuello (seno de las cavas y carótidas) para permitir que la sangre drene del cuerpo, produciéndose la muerte por falta de oxígeno en el cerebro.

El cuchillo del desangrado se debe afilar continuamente y su hoja debe ser de 25 a 30 cm de largo. Las incisiones deben ser rápidas y precisas. Se inserta a la entrada del pecho del lado derecho con un ángulo de 45 grados a la

izquierda y 45 grados hacia arriba para alcanzar el seno de las venas cava y tronco braquiocefálico (carótidas) (Fig. 25 Y 26).



Fig. 25 Corte del seno de las cavas.

Manual de Bienestar Animal para Operarios de Matanza en Rastros. SAGARPA (2013).

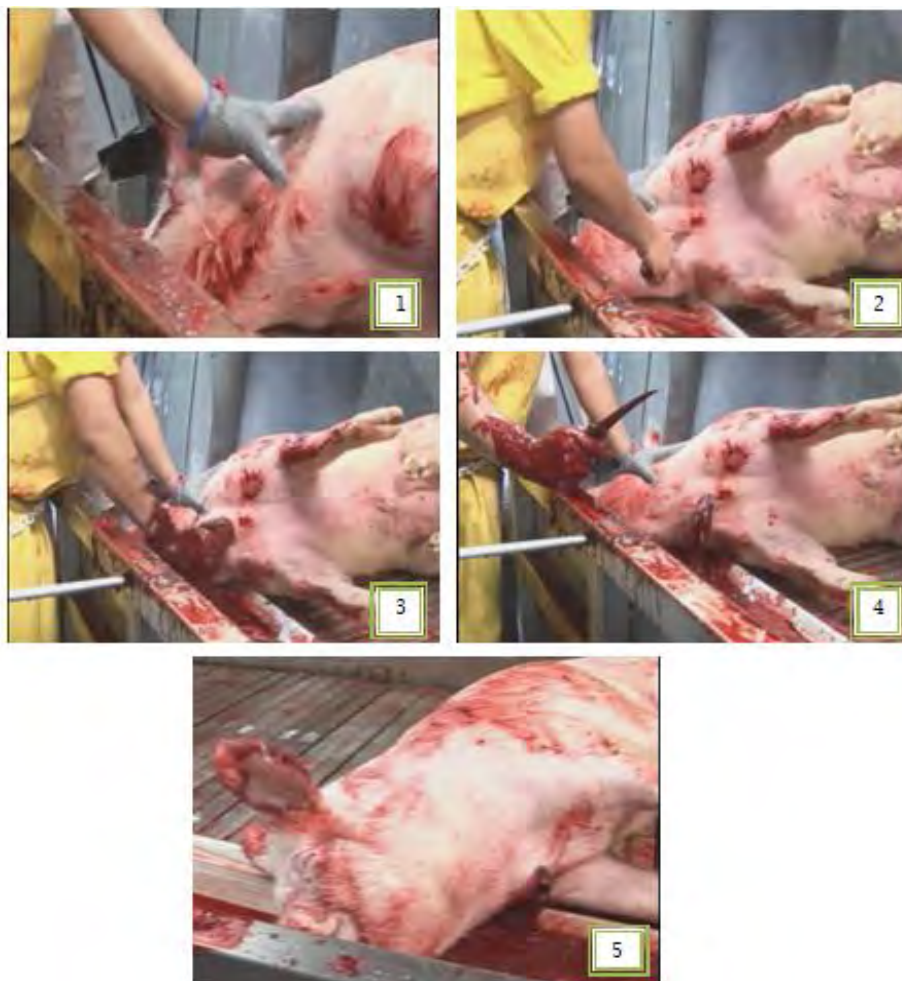


Fig. 26 Desangrado: 1) Animal inconsciente. 2) Colocación correcta del cuchillo. 3) Inserción del cuchillo en los vasos sanguíneos. 4) Desangrado del animal. 5) Animal muerto.

www.inocuo tv SENASICA; Reality Semana TIF: Proceso Sanitario de la Obtención de Carne de Cerdo.

Todos los cortes se deben de asegurar por completo del seno de las cavas y de ambas carótidas (Fig. 27). Si alguno de los vasos no se cortan, el desangrado será incompleto, presentándose petequias en varios órganos y quedando retenida gran cantidad de sangre en los tejidos, lo que ocasiona que la carne se eche a perder antes de tiempo y disminuye su vida de anaquel; esto aumenta el riesgo sanitario, ya que la carne con más cantidad de sangre se contamina con más facilidad y permite el crecimiento bacteriano en todo el músculo, que lleva a su rápido deterioro (Fig. 28).

Intervalo entre el aturdimiento y el desangrado. El intervalo entre estas 2 operaciones no debe ser mayor a 15 segundos por dos razones:

- En el caso del aturdimiento eléctrico, si se demora el desangrado el animal puede recuperar el conocimiento.
- Si se demora el desangrado, se aumenta la presión sanguínea y provoca la ruptura de vasos, produciéndose hemorragias musculares. Esta sangre adicional en los tejidos contribuye a la rápida descomposición de la carne, disminución de su vida de anaquel y, por consiguiente, su falta de aprovechamiento.



Fig. 27 Incisión en el seno de las cavas y las carótidas para desangrar. Manual de Bienestar Animal para Operarios de Matanza en Rastros. SAGARPA (2013).

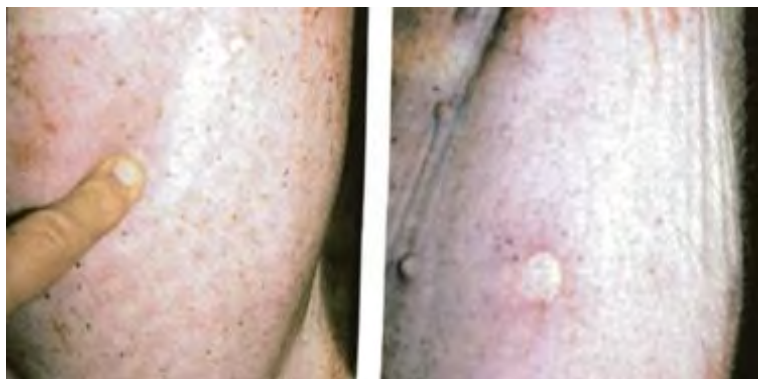


Fig. 28 Sangre en la piel por mal desangrado.
Manual de Bienestar Animal para Operarios de Matanza en Rastros. SAGARPA (2013).

2.2.3.1.- Muerte.

La muerte es un fallo irreversible del Sistema Nervioso Central (SCN), y no puede haber recuperación de la actividad normal del cerebro. Cuando el animal está consciente, el SCN recibe las señales provenientes de los órganos de los sentidos (visión, audición, olfato, gusto y sensibilidad) y de todo el cuerpo; estas señales viajan por los nervios, la médula espinal y llegan hasta la corteza cerebral donde se procesa esa información, con lo que el animal toma consciencia de lo que pasa a su alrededor. En cambio, cuando el animal está inconsciente, el cerebro no puede procesar adecuadamente esas señales, y en consecuencia el animal no percibe el sufrimiento o dolor al que está sometido.

2.2.4 Escaldado y depilado

El cerdo no se descuera, salvo en casos excepcionales (desecho mayor), en lugar del descuere el cerdo es depilado, para esto es previamente escaldado, en esta operación es importante el control del tiempo y la temperatura ya que de ellos depende la calidad del depilado, si la temperatura es baja o el tiempo corto quedan pelos en la canal y si es alta o mucho tiempo se producen desgarraduras que dañan el cuerpo del animal, y hasta cocción de la superficie, los parámetros recomendados son de 65 - 68°C, con un tiempo de escaldado de 2 a 3 min.

Se debe asegurar que el agua que se utilice en las tinas de escaldado se cambie tan frecuentemente como sea necesario, para evitar suciedad excesiva, que pueda contaminar la canal.

El depilado consiste en eliminar todas las cerdas del cuerpo del animal con la finalidad de ofrecer una buena presentación al cuero, patas y cabeza, que serán empleados en la elaboración de productos procesados o para su venta. Para dicha operación se utilizan raspadores de campana (depiladores) y cuchillos con buen filo.

Existen máquinas combinadas para escaldar depilar. Los cerdos entran por un plano inclinado al túnel donde se realizan las operaciones citadas. Los animales se rocían continuamente con agua caliente 60-62°C y al mismo tiempo se depilan con batidores especiales. El tiempo de paso de un cerdo es de tres minutos aproximadamente. Una vez concluida la operación se abre una trampa de expulsión y el cuerpo del animal pasa a una mesa desde donde será nuevamente colgado para pasar a la siguiente fase (Fig. 29).



Fig. 29 Proceso de Escaldado-depilado de cerdos. www.inocuo.tv SENASICA; Reallity Semana TIF: Proceso Sanitario de la Obtención de Carne de Cerdo (2012).

2.2.5 Flameado o chamuscado

Después de escaldar el cerdo, se debe quemar el pelo restante sobre la piel con una antorcha manual (Fig. 30).

En mataderos grandes esto se puede hacer usando un horno. Los hornos están a temperaturas de unos 900 - 1000°C, donde se eliminan residuos y cerdas superficiales y se destruyen las bacterias presentes en la superficie del animal.

Los cerdos son introducidos colgados en el horno, mediante un contacto se enciende la llama y el cuerpo del animal es flameado. Se instalan sistemas de recuperación del calor para disminuir el consumo energético.

Después de chamuscar, los depósitos negros deben ser raspados (“pulido”) y la canal limpiada completamente, donde se rocía con agua fría (Fig. 31)

El equipo de raspado (raspadores, cepillos) se debe limpiar regularmente por ser una fuente de recontaminación. (Guía Técnica de Producción más Limpia para Mataderos de Porcinos, 2009).



Fig. 30 Proceso de Flameado manual en cerdos. www.inocuo.tv SENASICA; Reality Semana TIF: Proceso Sanitario de la Obtención de Carne de Cerdo (2012).



Fig. 31 Limpiado de canal, nótese: 1) Raspado manual por parte del operario. 2) Flujo continuo de agua para el lavado de la canal. 3) Raspado final en la canal. 4 y 5) Esterilización del cuchillo por parte del operario.

www.inocuo tv SENASICA; Reality Semana TIF: Proceso Sanitario de la Obtención de Carne de Cerdo (2012).

2.2.6 Evisceración

Se debe realizar en un lapso menor a 30 minutos, a partir del momento en que ha sido sacrificado el animal (NOM-009-ZOO-1994). Aquí la inspección debe analizar las buenas prácticas de manipulación de las menudencias y de ligadura del esófago y recto para evitar la contaminación de la canal con el contenido gastrointestinal, si esto ocurre, la canal debe retenerse para eliminar la contaminación con el cuchillo, haciendo cortes en las áreas afectadas y lavarse inmediatamente con agua (NOM-194-SSA1-2004, Gregory 2008).

Primero se da un corte alrededor del ano a 2 ó 3 cm del orificio, profundizando lo suficiente para liberarlo conjuntamente con parte del recto pero sin seccionarlo, entonces se suelta para que caiga dentro de la cavidad abdominal

y se extraerá con el resto de las vísceras abdominales, en el caso de las hembras se incluirá la vulva en el corte (Fig. 32).



Fig. 32 Proceso de corte de ano. 1) Lavado y esterilizado del cortador. 2 y 3) Cortado del ano del cerdo. www.inocuo.tv SENASICA; Reality Semana TIF: Proceso Sanitario de la Obtención de Carne de Cerdo (2012).

Para eviscerar se corta la pared abdominal por su línea media, operación muy delicada ya que de producirse algún piquete en los intestinos y derramarse el contenido intestinal se provocan contaminaciones en la carne que no se pueden eliminar por mucho que se lave la canal, siendo este el principal defecto que puede producirse en la evisceración. (Pérez A., 2010).

Lo primero que se obtiene es el bloque abdominal, formado por los intestinos, estómago y bazo, mejor conocidas como vísceras verdes.

Para separar las vísceras abdominales se cortan los ligamentos que las fijan a las paredes de la cavidad, llegando hasta el diafragma y cortando alrededor del mismo, se corta el esófago y de esta forma se liberan las vísceras abdominales (Fig. 33)

Las vísceras torácicas, unidas a la lengua, se separan cortando por detrás de la aorta y hacia abajo junto a la columna vertebral los ligamentos que las unen a la cavidad torácica. En este bloque se incluyen los pulmones, hígado, corazón, diafragma y lengua (vísceras rojas), los riñones y restos del diafragma se obtienen en la limpieza seca (Fig. 34). (Guía Técnica de Producción más Limpia para Mataderos de Porcinos, 2009)

Los subproductos obtenidos se lavan, inspeccionan y se eliminan los restos de sangre o partes no comestibles como venas, cartílagos etc.

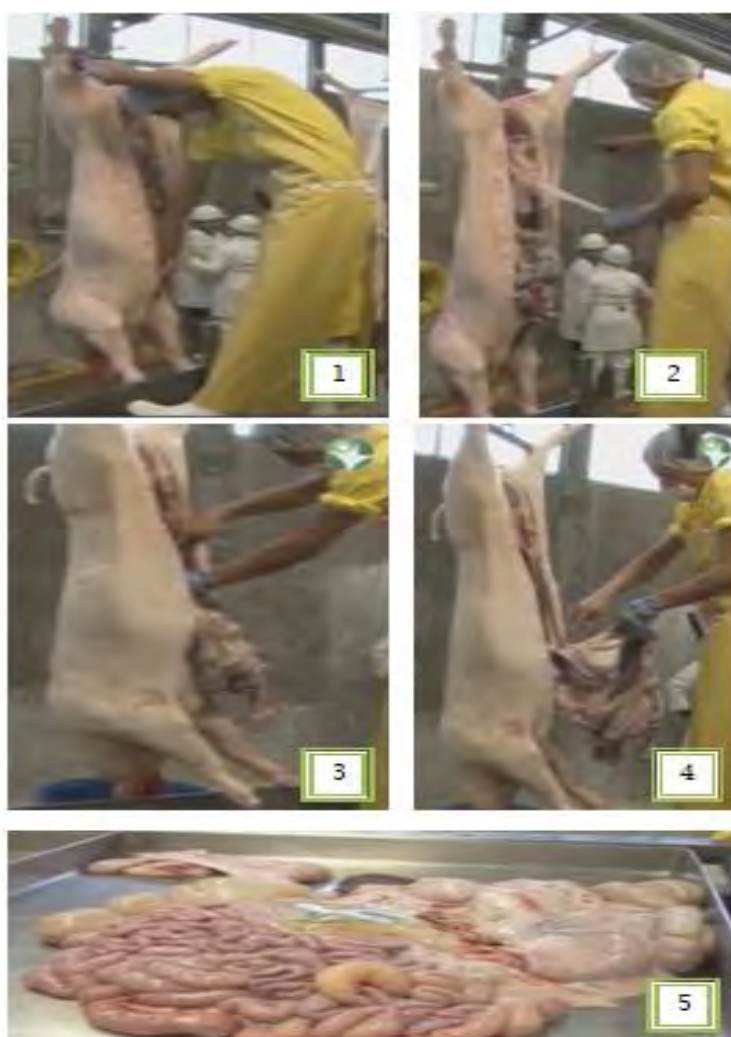


Fig. 33 Proceso de eviscerado, nótese: 1) Corte de la pared abdominal en la línea media. 2) Corte de los ligamentos fijados a la pared abdominal. 3) Corte de esófago. 4 y 5) Liberación de vísceras abdominales. www.inocuo.tv SENASICA; Reality Semana TIF: Proceso Sanitario de la Obtención de Carne de Cerdo (2012).



Fig. 34 Separación de vísceras torácicas. 1) Corte detrás de la aorta. 2) Liberación de vísceras.
www.inocuo tv SENASICA; Reality Semana TIF: Proceso Sanitario de la Obtención de Carne de Cerdo (2012).

2.2.7 Inspección *post-mórtem*

Actividad realizada exclusivamente por Médicos Veterinarios Zootecnistas. Terminada la evisceración, se debe proceder a una inspección obligatoria de las vísceras, la cabeza y la canal. La inspección debe realizarse en forma conjunta, de cada una de las partes, para determinar anomalías que pueden afectar al animal completo. Para facilitar la inspección, y que no se pierda la secuencia de la correspondencia entre los órganos, se coloca un mismo número a cada parte del animal, de tal forma que el veterinario reconozca apropiadamente qué partes se corresponden entre sí (Feldman, 2003).

Debe incluir: inspección visual y palpación, y dependiendo de la especie, incisión de los nódulos linfáticos. En todas las especies de mamíferos las partes y órganos a inspeccionar deben ser: cabeza, pulmones, corazón, hígado, estómago, intestinos, bazo, útero, riñón, mamas (glándulas mamarias), testículos; nódulos linfáticos o linfocentros: mandibular, parotídeo, retrofaríngeo, cervicales superior, profundos craneales, medio, caudal, traqueobronquial, lumbar, renal, ilíaco, mamario, mediastínico, subilíaco, poplíteo, iliofemoral, y hepático (NOM-194-SSA1-2004).

2.2.8 Lavado de vísceras

Terminada la inspección, las vísceras son llevadas a la sala de lavado, donde se extrae la materia fecal mediante agua a presión. Es necesario que el lavado se realice con todo el cuidado posible para retirar apropiadamente la materia fecal, porque como se conoce, es una fuente contaminante con gérmenes patógenos que perjudican la salud del consumidor. Terminado el lavado las vísceras deben llevarse a refrigeración (Guía Técnica de Producción más Limpia para Mataderos de Porcinos, 2009). (Véase Anexo 1).

2.2.9 Corte y lavado de canal

Se parte la canal a lo largo de la espina dorsal (lomo) con una sierra o cuchilla desde la pelvis al cuello. El aserrado da mejores resultados pero el residuo de hueso debe quitarse (Méndez, 2013).

Los cerdos son suspendidos y partidos por la espina dorsal como en bovinos, pero la cabeza se deja intacta generalmente. Sierras y cuchillas deberían ser esterilizadas en agua caliente (82 °C) entre canales. Las sierras eléctricas elevan la productividad (Fig. 35)

El objetivo de la limpieza de las canales es quitar todas las partes dañadas o contaminadas y estandarizar la presentación de las canales antes de pesarlos. Las canales deben ser lavadas mediante chorros de agua a presión, de preferencia caliente (70°C), lo que permite eliminar, por arrastre, los posibles focos de contaminación (pelo, plumas, heces, etc.) (Signorini 2006).

Es muy importante verificar que el agua utilizada en este proceso sea potable para evitar la contaminación de las canales. El lavado debe ser, únicamente, a presión (efecto físico), sin utilizar ningún utensilio, trapo, etc. Ya lavadas las canales deben orearse previamente a su refrigeración con el propósito de facilitar los procesos bioquímicos que se dan en los músculos *post-mórtem*, los cuales se transformarán en carne (Signorini 2006).



Fig. 35 Corte y lavado de canal. 1) Lavado y esterilización de la sierra. 2) Corte de canal. 3) Lavado con agua a presión, de la canal. www.inocuo.tv SENASICA; Reality Semana TIF: Proceso Sanitario de la Obtención de Carne de Cerdo (2012).

2.2.10 Pesado de canal

Tiene la finalidad de establecer el rendimiento de la canal sobre el peso vivo del animal. Para ello se divide el peso de la canal entre el peso vivo y, multiplicado por 100 se obtiene el resultado en porcentaje (Mota, 2006).

2.2.11 Refrigeración

La temperatura de la canal y de la carne es sin duda uno de los aspectos más críticos del proceso de sacrificio. Las temperaturas de sacrificio, los tanques de escaldado y los enfriadores tienen impacto en la calidad de la carne debido a la desnaturalización de las proteínas. Todas las reacciones bioquímicas tienen un rango de temperatura óptima en el cual son más eficientes, incluyendo las que tienen que ver con la conversión de músculo en carne. Si la temperatura del

cuarto frío es constante los tiempos de desangrado y escaldado afectan sólo mínimamente la calidad de la carne de cerdo (Gardner y col., 2006).

Las canales deberían ir al cuarto frío y secarse tan pronto como sea posible. El objetivo de la refrigeración es retardar el crecimiento bacteriano y alargar la vida en anaquel. El enfriar la carne *post-mórtem* de 40 °C a 0 °C y manteniéndola fría dará una vida de anaquel de hasta tres semanas, si se mantuvieron altos niveles de higiene durante el sacrificio y el faenado (Mota, 2006).

Las canales deben colocarse en el cuarto frío inmediatamente después del pesado. Deben colgarse del riel y nunca tocar el piso. Después de varias horas la parte de afuera de la canal se sentirá fría al tacto, pero la temperatura importante es la interior (Fig. 36).

Esta debe medirse con un termómetro de sonda (no de vidrio) y usado como guía de eficiencia del enfriado.



Fig. 36 Canales en refrigeración. BANSS Germany Meat Technologies 2012.

CAPÍTULO 3

SISTEMAS DE CALIDAD IMPLEMENTADOS EN ESTABLECIMIENTOS TIF.

Capítulo 3

Sistemas de Calidad implementados en Establecimientos TIF

La mejor manera de garantizar la inocuidad y la calidad de los alimentos consiste en adoptar una estrategia integrada y multidisciplinaria aplicable a toda la cadena alimentaria. Eliminar o controlar los peligros asociados a los alimentos en su origen mismo, es decir, aplicar una estrategia de prevención, es un modo más eficaz de reducir o suprimir el riesgo de efectos nocivos para la salud que controlar el producto final mediante “controles de calidad”. Las estrategias en materia de seguridad sanitaria de los alimentos han evolucionado en los últimos decenios: de los controles tradicionales basados en las buenas prácticas (buenas prácticas agrícolas, buenas prácticas de higiene, etc.) se pasó a la aplicación de sistemas de inocuidad alimentaria más específicos, basados en el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) y, en la actualidad, al empleo de métodos basados en el riesgo que utilizan el análisis de riesgos para determinar el nivel de seguridad sanitaria de los alimentos. (OIE, 2008).

En los últimos decenios también se han vuelto a definir las responsabilidades. El planteamiento tradicional, según el cual la responsabilidad de la calidad de los alimentos se atribuía, en primer lugar, a los agentes del sector alimentario, mientras que la relativa a su inocuidad recaía en los organismos reguladores, ha sido reemplazado por sistemas más sofisticados que atribuyen a los agentes del sector alimentario la principal responsabilidad, tanto de la calidad como de la inocuidad de los alimentos que introducen en el mercado. El cometido de las autoridades de control consiste en establecer normas adecuadas en materia de inocuidad de los alimentos (tanto normas relativas a la producción como relativas a los productos finales), basadas en el análisis de información científica, así como en efectuar un seguimiento para asegurarse de que los sistemas de control que utilizan los agentes del sector alimentario son adecuados, han sido validados y se aplican de conformidad con las normas. En caso de incumplimiento, los organismos reguladores tienen la responsabilidad de aplicar las sanciones que corresponda. (OIE, 2008).

3.1 SISTEMAS DE SEGURIDAD EN ALIMENTOS

Los métodos ideados para garantizar la inocuidad de los alimentos siguen una tendencia mundial, basada en sistemas que abarcan la participación de organismos oficiales gubernamentales y los controles efectuados por los operadores, que son los primeros responsables ante los consumidores.

En la base de la pirámide se hallan los denominados autocontroles, es decir los sistemas de autogestión de la calidad y de la inocuidad basados en “Buenas Prácticas de Manufactura” (GMP por sus siglas en inglés), “Procedimientos Operativos Estándar de Saneamiento” (POES) y “Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control” (HACCP).

Tradicionalmente el control de los alimentos se ha llevado a cabo examinando las operaciones o el proceso para asegurarse de que se adoptan las buenas prácticas, y además tomando muestras de los productos finales para su análisis en el laboratorio; el control de los alimentos se ha basado en dos pilares: la inspección y el posterior análisis del alimento, esta forma de controlar la calidad es costosa y no garantiza la inocuidad de los alimentos, de aquí que hayan surgido otros sistemas de aseguramiento de la calidad basados en una estrategia preventiva, que resulte más segura y de mayor factibilidad económica.

3.1.1 Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)

Se entiende por Buenas Prácticas de Manufactura al complejo de vocablos ingleses Good Manufacturing Practices (GMP), que nos indica los procedimientos necesarios que forman parte del presente contexto técnico-sanitario para cumplir y lograr alimentos inocuos y sanos. Las BPM`s son publicadas por la FDA (Food and Drug Administration).

Las buenas prácticas de manufactura son un conjunto de principios y recomendaciones técnicas, que se aplican en el procesamiento de alimentos para garantizar su inocuidad. Las buenas prácticas buscan evitar la presentación de riesgos de índole física, química y biológica durante el proceso de elaboración de los alimentos, incluyen la vigilancia, capacitación, monitoreo

y verificación de los procedimientos para asegurar la inocuidad de los productos (Código de prácticas de higiene para la carne CAC/RCP 58-2005). Surgen de la necesidad de preservación de los productos. Por esta necesidad, y la de garantizar una manipulación higiénica de los alimentos, el *Codex Alimentarius* adopta en 1969, el Código Internacional Recomendado de Prácticas Generales de Higiene de los Alimentos, unificando a las Buenas Prácticas de Manufactura y los Procedimientos de Operación Estándar de Saneamiento. En la actualidad, estos procedimientos sirven de fundamento en sistemas más complejos e integrales para la gestión de inocuidad y la calidad en la producción de alimentos, tales como, el Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control HACCP. (Mota, 2006)

3.1.2 Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES)

El mantenimiento de la higiene en una empresa procesadora de alimentos es una condición esencial, por ello el dispositivo de los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES) es una viable manera de asegurar la observancia y cumplimiento de la higiene de la carne. Reconocidos mundialmente con la denominación de Sanitation Standard Operating Procedures (SSOP`s) son procesos sanitarios que deben realizar las empresas para lograr la inocuidad de los productos que elaboran. (Mota, 2006)

Los POES son aquellos procedimientos, que describen y explican cómo realizar una tarea para lograr un fin específico de la mejor manera posible. Así, cuando integramos los elementos de saneamiento, debemos entender las acciones destinadas a mantener o restablecer un estado de limpieza y desinfección en las instalaciones, equipo y procesos de producción a fin de prevenir enfermedades por alimentos. En síntesis, los POES definen aquellos procedimientos operativos estandarizados que describen las tareas de saneamiento, procedimientos que deben aplicarse antes, durante y posteriormente a las operaciones de elaboración.

Para el buen establecimiento de los POES es necesario considerar:

- Edificación e instalaciones
- Equipamientos

- Personal
- Proceso productivo

3.1.3 Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos (HACCP)

El sistema de HACCP, que se aplica a la gestión de la inocuidad de los alimentos, utiliza la metodología de controlar los puntos críticos en la manipulación de alimentos, para impedir que se produzcan problemas relativos a la inocuidad. Este sistema, que tiene fundamentos científicos y carácter sistemático, permite identificar los peligros específicos y las medidas necesarias para su control, con el fin de garantizar la inocuidad de los alimentos.

El HACCP se basa en la prevención, en vez de en la inspección y la comprobación del producto final. (Arce, 2010).

Este sistema puede aplicarse en toda la cadena alimentaria, desde el productor primario hasta el consumidor. Además de mejorar la inocuidad de los alimentos, la aplicación del HACCP conlleva otros beneficios como: un uso más eficaz de los recursos, ahorro para la industria alimentaria y el responder oportunamente a los problemas de inocuidad de los alimentos. El HACCP aumenta la responsabilidad y el grado de control de los fabricantes de alimentos.

En efecto, un sistema de HACCP bien aplicado hace que los manipuladores de alimentos tengan interés en comprender y asegurar la inocuidad de los alimentos, y renueva su motivación en el trabajo que desempeñan. La aplicación de este sistema no significa dismantelar los procedimientos de aseguramiento de la calidad o de las Buenas Prácticas de Fabricación (BPF) ya establecidos; pero, sin embargo, exige la revisión de tales procedimientos como parte de la metodología sistemática y para incorporarlos debidamente al plan de HACCP.

Este sistema también puede ser un instrumento útil en las inspecciones que realizan las autoridades reguladoras y contribuye a promover el comercio internacional ya que mejora la confianza de los compradores.

Cualquier sistema de HACCP debería tener la flexibilidad suficiente como para ajustarse a los cambios, como nuevos diseños del equipo, cambios en los procedimientos de elaboración o avances tecnológicos. (FAO, 2002).

La creciente tendencia hacia la globalización del comercio mundial ha estimulado un interés destacable en el desarrollo de sistemas de calidad convincentes y más eficientes. Esta tendencia ha sido particularmente importante para los productos alimenticios, generando para ello varios acuerdos internacionales y adoptando los principios del Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control (HACCP) como una base reguladora. En sí mismo, el HACCP no es más que un sistema de control lógico y directo basado en la prevención de problemas: una manera de aplicar el sentido común a la producción y distribución de alimentos seguros. El sistema es aplicable a todos los eslabones de la cadena alimentaria, desde la producción, pasando por el procesado, transporte y comercialización, hasta la utilización final en los establecimientos dedicados a la alimentación o en los propios hogares.

Evita las múltiples debilidades inherentes al enfoque de la mera inspección y los inconvenientes que presenta la confianza en el análisis microbiológico.

Los peligros biológicos pueden presentarse en cualquier etapa de la cadena alimentaria como consecuencia de errores en los procedimientos de manipulación o de procesado. La detección de dichos errores, su rápida corrección y su prevención en el futuro son el principal objetivo de cualquier sistema de aseguramiento de la calidad.

El sistema HACCP se reconoce internacionalmente como el mejor método para garantizar la seguridad de los productos y para controlar los riesgos originados por los alimentos, consiste en los siete principios siguientes:

Principios	Alcance General
1.- Análisis del Peligro	Identificación de todos los probables peligros a la salud asociados con la operación, estimación del riesgo que ocurra, identificación de medidas relacionadas de control.
2.- Identificación de los Puntos Críticos de Control (PCC`s)	Identificación de los pasos del proceso donde los peligros imponen un alto grado de riesgo y deben ser controlados.
3.- Establecimiento de Límites Críticos en cada PCC	Definir el límite entre los valores relacionados a los peligros aceptables e inaceptables, desde el punto de vista de inocuidad, en PCCs individuales.
4.- Monitoreo de cada PCC	Establecer el sistema de monitoreo para evaluar si los peligros están siendo controlados en todos los PCCs.
5.- Acciones Correctivas en cada PCC	Desarrollo de acciones/procedimientos para prevenir la transferencia de peligros con riesgo inaceptable para los consumidores si los PCCs se salen de control.
6.- Verificación y Validación del HACCP	Asumiendo que todas las medidas estén funcionando y que todos los peligros estén controlados.
7.- Documentación HACCP	Prueba práctica, basada en registros que la revisión y las acciones de verificación se realizaron y fueron efectivas.

Tabla 4. Principios del HACCP. Fuente: FAO (2007).

3.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL

Se recomienda enfáticamente la implementación de un sistema tipo HACCP para monitorear la efectividad y rendimiento de los operarios que sacrifican ganado. Es un sistema usado principalmente en los mataderos y carnicerías para garantizar la inocuidad de los alimentos. Al adaptar este sistema para medir regularmente los puntos críticos de control en el proceso, se logra una supervisión adecuada de las diversas operaciones críticas realizadas por los empleados que sacrifican el ganado, asegurando así una mejor calidad operativa y mayor nivel de bienestar animal. A continuación se describe un sistema objetivo de puntuación para determinadas operaciones. Se pueden realizar pruebas de bienestar animal mediante comparaciones con normas aceptables, y también entre un evaluador y otro (Directrices para el Manejo, Transporte y Sacrificio Humanitario del Ganado, FAO 2001).

Un enfoque contemporáneo sobre la higiene de la carne basado en el análisis de riesgos requiere que las medidas higiénicas se apliquen a los puntos de la cadena alimentaria cuando tengan mayor valor para reducir los riesgos alimentarios para los consumidores.

Ello deberá reflejarse en la aplicación de medidas específicas que estén basadas en la ciencia y en la evaluación de riesgos, prestando más atención a la prevención y control de la contaminación durante todos los aspectos de la producción de la carne y su ulterior elaboración. La aplicación de los principios HACCP es un elemento esencial.

La medida del éxito de los programas actuales es una demostración objetiva de los niveles de control de peligros en los alimentos que están relacionados con los niveles requeridos de protección al consumidor, en lugar de concentrarse en medidas detalladas y prescriptivas que producen resultados desconocidos. (Código de Prácticas de Higiene para la carne FAO, 2005).

3.2.1 Puntos de control sugeridos para la supervisión y la evaluación.

Etapa	Recepción y descarga de los animales
Peligro	Enfermedades preexistentes en el animal. Presencia de residuos por tratamientos farmacológicos u hormonales.
Medidas Preventivas	Diagnóstico, sobre la salud del animal.* Para un control adecuado sobre las características del animal, se debe tener un registro adecuado con la siguiente información: No. Lote, No. Animales, Raza, Sexo, Edad, Procedencia, Fecha de Salida, Fecha de Arribo, Duración y Horario del Transporte, Condiciones Físicas y Sanitarias del Transporte.
Punto Crítico de Control	Sí
Límite Crítico	Negativo para el agente causal de enfermedades transmisibles y sintomatología
Vigilancia	Consultas veterinarias y toma de muestras para análisis serológico, a la llegada de nuevos animales. Análisis microbiológico al menos una vez al mes, de alimentos y agua, proporcionados a los animales. Control periódico del personal que labora en granja.
Acciones Correctivas	Asesorar al productor sobre las medidas de cuidado que se debe de tener en el ganado, si no se siguen las medidas, aplicar sanciones, y en caso necesario cambiar de proveedor. Devolución del Animal.

Tabla 5. Identificación de los principales Puntos Críticos de Control, durante el proceso de Sacrificio de Cerdos. Fuente: Manual de Buenas Prácticas de Producción en Granjas Porcícolas. SAGARPA (2004).

*Las características más importantes para la elaboración de un diagnóstico sobre el estado de salud del animal son: Inspección de piel y mucosas, Temperatura, Pulso, Número de respiraciones por minuto, Inspección de órganos y sentidos, Inspección de Aparato Circulatorio, Respiratorio y Digestivo, Inspección de ganglios, Inspección de mamas y Aparato Genital en hembras.

Etapa	Inspección <i>post-mórtem</i>
Peligro	<p>Posible presencia de canales enfermas.</p> <p>Al seccionar piezas enfermas, puede ocurrir que se ensucie o contamine la carne, el suelo y las manos con microorganismos patógenos.</p>
Medidas Preventivas	<p>Observaciones visuales a las canales.</p> <p>Búsqueda de posible <i>Cisticercosis</i>; inspeccionando en los músculos por sección de la lengua, esófago, corazón, de la porción muscular del diafragma y de las superficies musculares visibles.</p> <p>Búsqueda de posible <i>Triquinosis</i>; observando al microscopio muestras tomadas en los pilares del diafragma, intercostales, base de la lengua y músculos laríngeos.</p>
Punto Crítico de Control	Sí
Límite Crítico	Negativo para la presencia de posibles causales de enfermedades transmisibles al hombre.
Vigilancia	Se debe realizar una correcta inspección zoonótica
Acciones Correctivas	<p>Decomiso y destrucción de partes y/o canales que presenten evidencias de zoonosis.</p> <p>El cuchillo utilizado aquí, no se destinará a cortar otras porciones de la canal, sin una previa limpieza y desinfección.</p>

Tabla 6. Identificación de los principales Puntos Críticos de Control, durante el proceso de Sacrificio de Cerdos. Fuente: Aplicación del Análisis de Riesgos, Identificación y Control de Puntos Críticos en Rastros y Tiendas de Autoservicio. Secretaria de Salud y Manual de Buenas Prácticas de Producción en Granjas Porcícolas. SAGARPA (2004).

Etapa	Refrigeración
<p align="center">Peligro</p>	<p align="center">Temperaturas incorrectas de refrigeración.</p> <p align="center">Contaminación con residuos de detergentes, sanitizantes o plaguicidas en la cámara o túnel de refrigeración.</p> <p align="center">Sanitización inadecuada.</p> <p align="center">Exceso de producto que impida un enfriamiento homogéneo en la canal.</p> <p align="center">Contaminación y crecimiento microbiano superficial.</p>
<p align="center">Medidas Preventivas</p>	<p align="center">Establecimiento de tiempos máximos de almacenamiento.</p> <p align="center">Registros de Limpieza y Sanitización.</p> <p align="center">Verificar la distancia entre las canales (20 cm como mínimo).</p> <p align="center">Evitar el almacenamiento con productos que impregnen a la canal olores extraños.</p>
<p align="center">Punto Crítico de Control</p>	<p align="center">Sí</p>
<p align="center">Límite Crítico</p>	<p align="center">Registro de temperatura intramuscular, que debe ser 5 ° como mínimo, cada 3 horas.</p>
<p align="center">Vigilancia</p>	<p align="center">Realización de un monitoreo de la temperatura en las cámaras, y llevar registros.</p>
<p align="center">Acciones Correctivas</p>	<p align="center">Mantenimiento de los sistemas de producción de frío.</p> <p align="center">No almacenar carne en mal estado, desperdicios, materiales de limpieza u otros que puedan contaminar al producto en buen estado dentro de la cámara.</p> <p align="center">Limpieza y desinfección de las cámaras.</p>

Tabla 7. Identificación de los principales Puntos Críticos de Control, durante el proceso de Sacrificio de Cerdos. Fuente: Aplicación del Análisis de Riesgos, Identificación y Control de Puntos Críticos en Rastros y Tiendas de Autoservicio. Secretaria de Salud y Manual de Buenas Prácticas de Producción en Granjas Porcícolas. SAGARPA (2004).

Etapa	Inspección <i>ante-mórtem</i> *
Puntos a Controlar	Clasificar como aptos animales con enfermedades.
Medidas Preventivas	<p>Examinar minuciosamente al animal antes del sacrificio.</p> <p>Disponer de corrales lo suficientemente amplios, exclusivos para la inspección.</p> <p>Utilizar etiquetas de un color específico, para identificar a los animales sospechosos.</p> <p>Disponer de corrales exclusivos para animales sospechosos.</p> <p>Limpieza constante de corrales.</p> <p>Abrir archivos clínicos de los animales enfermos, para su revisión durante la verificación de las autoridades sanitarias, o la verificación interna de la planta.</p>
Punto Crítico de Control	No

Tabla 8. Identificación de los principales Puntos a Controlar, durante el proceso de Sacrificio de Cerdos. Fuente: Manual de Buenas Prácticas de Producción en Granjas Porcícolas. SAGARPA (2004) y Manual de Bienestar Animal para operarios de matanza en Rastros. SAGARPA (2013).

* La inspección *ante-mórtem* debe realizarla el Médico Veterinario responsable de la planta, este a su vez, debe instruir adecuadamente al personal para que no sucedan admisiones fuera de la hora señalada.

Etapa	Alojamiento en corrales de descanso
Puntos a Controlar	<p>Sacrificio de animales enfermos si no se cumple con la cuarentena de descanso y observación.</p> <p>Pérdidas por la calidad de la carne, al sacrificar animales cansados y/o estresados.</p>
Medidas Preventivas	<p>El periodo mínimo de descanso y observación para los animales deberá de ser de 12 horas.</p> <p>Los corrales deben contar con suelos impermeables de fácil limpieza, estar bien ventilados e iluminados.</p> <p>Evitar el maltrato hacia los animales.</p> <p>Las rampas y dispositivos para dirigir a los animales, se deben lavar y desinfectar diariamente.</p>
Punto Crítico de Control	No

Tabla 9. Identificación de los principales Puntos a Controlar, durante el proceso de Sacrificio de Cerdos. Fuente: Manual de Buenas Prácticas de Producción en Granjas Porcícolas. SAGARPA (2004) y Manual de Bienestar Animal para operarios de matanza en Rastros. SAGARPA (2013).

Etapa	Conducción al aturdido
Puntos a Controlar	Pérdida de la calidad de la carne por maltrato al animal
Medidas Preventivas	<p>Evitar excitar demasiado a los animales.</p> <p>Bañar a los animales.</p> <p>Evitar el maltrato hacia los animales, fomentando el trato humanitario</p>
Punto Crítico de Control	No

Tabla 10. Identificación de los principales Puntos a Controlar, durante el proceso de Sacrificio de Cerdos. Fuente: Manual de Buenas Prácticas de Producción en Granjas Porcícolas. SAGARPA (2004) y Manual de Bienestar Animal para operarios de matanza en Rastros. SAGARPA (2013).

Etapa	Aturdido o insensibilización
Puntos a Controlar	Aturdido incorrecto del animal. Pérdida de la CRA, dando como resultado cranes PSE y DFD.
Medidas Preventivas	Buenas prácticas, así como emplear métodos sin dolor. Lavar la nave de matanza y sus inmediaciones. Correcta calibración de los equipos de aturdimiento.
Punto Crítico de Control	No

Tabla 11. Identificación de los principales Puntos a Controlar, durante el proceso de Sacrificio de Cerdos. Fuente: Manual de Buenas Prácticas de Producción en Granjas Porcícolas. SAGARPA (2004) y Manual de Bienestar Animal para operarios de matanza en Rastros. SAGARPA (2013).

Etapa	Desangrado
Puntos a Controlar	Contaminación por el corte. Un sangrado ineficiente, proporciona un medio idóneo para la proliferación de microorganismos. Apariencia desagradable en la exhibición del producto, por un sangrado incompleto.
Medidas Preventivas	Evitar que los animales entren en contacto con la sangre, durante el sacrificio. Correcto lavado y desinfección de cuchillos entre canal y canal, para así evitar contaminación cruzada.
Punto Crítico de Control	No

Tabla 12. Identificación de los principales Puntos a Controlar, durante el proceso de Sacrificio de Cerdos. Fuente: Manual de Buenas Prácticas de Producción en Granjas Porcícolas. SAGARPA (2004) y Manual de Bienestar Animal para operarios de matanza en Rastros. SAGARPA (2013).

Etapa	Escaldado y depilado
Puntos a Controlar	<p>No (si es por inmersión, posible contaminación de la canal, por microorganismos fecales a través del agua de escaldado).</p> <p>Contaminación cruzada de las canales</p>
Medidas Preventivas	<p>Bañar a los animales antes del sacrificio, para evitar ensuciar lo menos posible el agua de escaldado.</p> <p>Lavar y desinfectar diariamente la cuba de escaldado.</p> <p>Control de la temperatura de escaldado.</p> <p>Renovación periódica del agua en la tina de escaldado.</p> <p>Chamuscado y lavado posterior.</p> <p>Cuantificación de cloro en el agua (diario).</p> <p>Análisis microbiológico al agua (por lo menos quincenal), incluyendo: <i>Coliformes totales y fecales</i>.</p> <p>Análisis fisicoquímicos del agua (semestral).</p>
Punto Crítico de Control	No

Tabla 13. Identificación de los principales Puntos a Controlar, durante el proceso de Sacrificio de Cerdos. Fuente: Manual de Buenas Prácticas de Producción en Granjas Porcícolas. SAGARPA (2004) y Manual de Bienestar Animal para operarios de matanza en Rastros. SAGARPA (2013).

Etapas	Flameado o chamuscado
Puntos a Controlar	No como tal, solo apariencia desagradable, debido a un depilado y chamuscado ineficiente.
Medidas Preventivas	Se pueden utilizar sistemas automatizados, y así controlar la temperatura y la entrada y salida de animales, para evitar que se quemen.
Punto Crítico de Control	No

Tabla 14. Identificación de los principales Puntos a Controlar, durante el proceso de Sacrificio de Cerdos.
Fuente: Manual de Buenas Prácticas de Producción en Granjas Porcícolas. SAGARPA (2004) y Manual de Bienestar Animal para operarios de matanza en Rastros. SAGARPA (2013).

Etapas	Evisceración
Puntos a Controlar	Contaminación de canal, con microorganismos patógenos del tracto digestivo, dando lugar a un posterior aumento de la carga microbiana. Contaminación cruzada entre canales. Contaminación por manipulación, enfermedades asintomáticas en el personal operario.
Medidas Preventivas	Se debe realizar inmediatamente después del depilado, y así evitar el paso de bacterias intestinales a los vasos sanguíneos, y con ello la contaminación de la canal. Transportar las vísceras en contenedores especiales y fácilmente reconocibles. Ayuno de los animales previo al sacrificio. Correcto ligado de ano, así como evitar cortar las vísceras intestinales. Buenas prácticas de manufactura. Lavado posterior de la canal.
Punto Crítico de Control	No

Tabla 15. Identificación de los principales Puntos a Controlar, durante el proceso de Sacrificio de Cerdos.
Fuente: Manual de Buenas Prácticas de Producción en Granjas Porcícolas. SAGARPA (2004) y Manual de Bienestar Animal para operarios de matanza en Rastros. SAGARPA (2013).

Etapa	Corte de canal
Puntos a Controlar	Contaminación cruzada por el material utilizado para el corte.
Medidas Preventivas	<p>Monitoreo visual de la limpieza del corte y de las condiciones higiénicas del lugar.</p> <p>Monitoreo visual de la higiene del personal.</p> <p>Análisis visual de la limpieza de los instrumentos.</p> <p>Examen de salud reglamentario del personal, y monitoreo periódico de enfermedades de carácter ocupacional (semestral).</p> <p>Examen microbiológico esporádico, hasta estandarizar el proceso.</p>
Punto Crítico de Control	No

Tabla 16. Identificación de los principales Puntos a Controlar, durante el proceso de Sacrificio de Cerdos. Fuente: Manual de Buenas Prácticas de Producción en Granjas Porcícolas. SAGARPA (2004) y Manual de Bienestar Animal para operarios de matanza en Rastros. SAGARPA (2013).

Etapa	Pesado de canal
Puntos a Controlar	Posible contaminación cruzada entre canales.
Medidas Preventivas	Asegurarse de que haya una separación adecuada entre canales y un manejo higiénico de las mismas por parte de los operarios.
Punto Crítico de Control	No

Tabla 17. Identificación de los principales Puntos a Controlar, durante el proceso de Sacrificio de Cerdos. Fuente: Manual de Buenas Prácticas de Producción en Granjas Porcícolas. SAGARPA (2004) y Manual de Bienestar Animal para operarios de matanza en Rastros. SAGARPA (2013).

3.2.2 Riesgos Biológicos, Físicos y Químicos

Los principales riesgos biológicos identificados se relacionan con la presencia de microorganismos y agentes productores de enfermedades, tales como: *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* ssp. y serotipos de esa familia. Si la manipulación de la carne se realiza con deficiencias, se da pauta al desarrollo e incremento de *Pseudomonas*, *Acinetobacter* y *Moraxella*, que son flora predominante en la carne sin procesar y expuesta al aire a temperaturas de refrigeración. Si se pierde humedad en la superficie de la carne, las levaduras y los hongos sustituyen a las bacterias. (Mota, 2006).

Como posibles riesgos químicos se identifican los residuos de medicamentos, plaguicidas u otros, así como la contaminación de las carnes con desinfectantes y aditivos.

Los riesgos físicos principales resultan ser las lesiones en la piel por sobrecaldado y los traumas de la misma en el proceso de transportación y depilado. (Arce, 2010).

3.3 SUPERVISIÓN A ESTABLECIMIENTOS TIF

El propósito de la Supervisión en los Establecimientos Tipo Inspección Federal (TIF), es verificar que durante las actividades de sacrificio, corte, deshuese, almacenamiento y distribución de los productos de origen animal, los procesos se realicen con apego a la normatividad vigente en la materia, con la finalidad de mantener la calidad e inocuidad alimentaria. Garantizando de esta manera la salud del consumidor nacional, así como la de aquellos países que tienen relaciones comerciales con México; en beneficio de la estabilidad y crecimiento de la industria pecuaria en México (SENASICA, 2014).

Durante las visitas el Supervisor identifica y documenta los incumplimientos que presenta el establecimiento TIF, le indica al Gerente que deberá realizar acciones correctivas y el establecimiento acuerda las fechas de corrección,

todo esto lo plasma en documentos oficiales llamados “Guías de Supervisión a Establecimientos TIF”.

Posteriormente el supervisor verifica que los incumplimientos fueron corregidos en tiempo y forma, los documenta y a continuación le requiere a la Gerencia un programa preventivo para evitar recurrencias en desviaciones o incumplimientos.

La inspección que opera en los establecimientos TIF, juega varios roles: detectar las enfermedades de los animales, ejercer el control de la carne y los productos cárnicos, y verificar los sistemas de control de la inocuidad, desarrollados en las empresas. Actualmente para esta inspección, se basan en:

- Ley Federal de Salud Animal.
- Reglamento de la Industrialización Sanitaria de la Carne.
- Modificación NOM-008-ZOO-1994. Especificaciones zoosanitarias para la construcción y equipamiento de establecimientos para el sacrificio de animales y los dedicados a la industrialización de productos cárnicos, en aquellos puntos que resultaron procedentes.
- NOM-009-ZOO-1994. Proceso Sanitario de la Carne.
- NOM-024-ZOO-1995. Especificaciones y características zoosanitarias para el transporte de animales, sus productos y subproductos, productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo por estos.
- NOM-033-ZOO-1995. Sacrificio Humanitario de los animales domésticos y silvestres.
- NOM-051-ZOO-1995. Trato humanitario en la movilización de animales.

3.3.1 Instalaciones. Las instalaciones de los establecimientos dedicados al sacrificio de animales de abasto, deberán reunir condiciones de diseño y construcción que eviten la contaminación por causas exógenas, como olores objetables, polvo y plagas, así mismo que permitan aplicar regularmente las operaciones de limpieza y desinfección que aseguren la inocuidad de los alimentos. Las instalaciones del establecimiento y la ubicación del equipo, debe estar planeado para facilitar su limpieza, mientras se efectúan las operaciones de producción de carne durante la jornada de trabajo, así como al finalizar el turno de producción.

Los pisos, paredes y techos deben ser de materiales impermeables resistentes al uso y la corrosión, que permitan una fácil limpieza y mantenimiento.

3.3.2 Recepción de animales. En este punto el Médico Veterinario Oficial debe verificar que las instalaciones de los corrales y áreas de recepción de ganado, cumplan con la normativa, así como ponderar el Bienestar Animal, se debe verificar el origen de los animales por medio de análisis de los documentos que acompañan el embarque.

3.3.3 Análisis de documentos. Al momento de la llegada de los animales, se debe realizar la revisión del certificado zosanitario de importación o de movilización nacional según sea el caso y constatar que se cumple con la información registrada en éste; número de animales, medio de transporte (características), fleje utilizado para asegurar las puertas del transporte, la identificación y origen de los animales.

3.3.4 Inspección de los animales. Todo el ganado en pie que se presentan para sacrificio en los establecimientos TIF, debe examinarse por un MVO (Medico Veterinario Oficial) o un MVA (Medico Veterinario Autorizado). Debe llevarse a cabo una inspección a la llegada de los animales o antes de que se cumplan 24 horas de su llegada al establecimiento y menos de 24 horas antes del sacrificio.

3.3.5 Inspección *ante-mórtem*. Debe consistir en un examen clínico de manera individual o por lotes de animales, debe ser rápido, con el animal en pie, en estática y dinámica para determinar si es apto para el sacrificio.

3.3.6 Categorías de Dictamen *ante-mórtem*. Derivado de la inspección *ante-mórtem*, los animales pueden ser sujeto de la siguiente clasificación:

Clasificación	Características
Aprobado para sacrificio	Animal que no presenta un riesgo aparente a la salud de la población, se termina de constatar con el examen <i>post-mórtem</i> .
Decomiso en pie	Animal que no es apto para consumo, ya que se diagnostica una enfermedad o defecto que además de representar un riesgo para la salud, puede representar un riesgo a la salud del animal.
Animal sospechoso	Animal que debe ser sometido a un examen minucioso, para determinar si es apto para sacrificio o en su caso es rechazado.
Animal en descanso obligatorio	Animales que no han cumplido un periodo de descanso, según lo dispuesto en la NOM.
Sacrificio humanitario y/o de urgencia	Animales con lesiones traumáticas recientes, a los cuales se les debe evitar un sufrimiento innecesario.

Tabla 18. Categorías del Dictamen *ante-mórtem*. Fuente: Manual de Inspección Sanitaria en Establecimientos de Sacrificio TIF 2009.

3.3.7 Entrada al Área de Sacrificio. Sólo podrán entrar animales vivos o insensibilizados que vayan a ser sujeto de un sacrificio de emergencia, bajo la supervisión de un MVO. No se debe causar estrés al animal, y éstos deben estar limpios.

3.3.8 Insensibilización. El procedimiento de insensibilizado, debe ser apegado a los dispuesto en la NOM-033-ZOO-1995.

3.3.9 Desangrado. Debe ser verificado periódicamente por el MVO, debe ser adecuado y los operarios deben cumplir con las Buenas Prácticas de Manufactura.

3.3.10 Escaldado y Depilado. El tanque de escaldado debe contar con vertedor de derrames, debe drenarse y limpiarse diariamente, reabasteciéndose con agua limpia antes de las operaciones. La temperatura debe ser mínimo 60°C. Las máquinas depiladoras deben mantenerse en buen estado para remover las cerdas de manera eficaz.

3.3.11 Chamuscado y Rasurado. En el chamuscado se debe impedir que se quemem los cerdos, se debe tener un control. Una vez hecho esto, se debe desprender el exceso de cerdas para mantener las canales limpias, mediante el rasurado.

3.3.12 Eviscerado. Debe efectuarse en un lapso menor de 30 minutos, a partir de que se ha sacrificado el animal, se deben constatar las Buenas Prácticas de Manipulación de las vísceras, así como la correcta ligadura del ano.

3.3.13 Corte de canal. Se corta formando 2 medias canales.

3.3.14 Inspección *post-mórtem*. Deberá efectuarse de modo sistemático con objeto de asegurar que la carne aprobada para el consumo humano, sea inocua y sana. Se deberá asegurar la ausencia de toda contaminación identificable, y reducir al mínimo posible que haya una contaminación invisible. Una vez concluida la inspección, el MVO emite un dictamen en el que se especifica si la carne está en condiciones de ser autorizada para consumo humano, la carne puede declararse:

- ✓ Incondicionalmente inocua y sana, apta para consumo humano.
- ✓ Condicionalmente apta para consumo humano, en cuyo caso será necesario aplicar un tratamiento prescrito para hacerla inocua y sana.
- ✓ Aislamiento y retención de la carne hasta efectuar una nueva inspección, de acuerdo con la enfermedad o padecimiento de que se trate, donde se puede recurrir a pruebas de laboratorio para asegurar que la carne es apta o si es necesario destruirla.
- ✓ Parcialmente inadecuada para el consumo humano, lo que exige retirar y eliminar las partes anormales antes de que la carne restante pueda ser aprobada como apta para consumo humano, habrá que tomar una decisión en cuanto a si las partes retiradas por no ser aptas para consumo humano se pueden utilizar para algún otro fin o si es necesario destruirlas.
- ✓ Totalmente inadecuada para el consumo humano, y que por lo tanto deberá ser decomisada o eliminada de otro modo; en caso de ser inadecuada para consumo humano, habrá que tomar una decisión en cuanto a si la carne se puede utilizar para algún otro fin o si es necesario destruirla.

3.3.15 Lavado de Canal. Se debe lavar por última vez la canal para remover los residuos de hueso, coágulos y materia extraña.

3.3.16 Mercado Sanitario. Debe ser colocado por el MVO o bajo su vigilancia y será su responsabilidad el correcto uso, debe ser aplicado después de la inspección *post-mórtem* y cuando los controles oficiales son hayan detectado deficiencias en la carne.

3.3.17 Canales y partes no aptas para consumo humano. Las canales y partes decomisadas, deben identificarse según proceda y manipuladas de manera que se evite contaminación cruzada, se debe dejar constancia de la razón por la cual se hizo el decomiso, pudiéndose realizar pruebas de laboratorio confirmatorias.

Estos canales y/o partes decomisadas, deben ser marcadas con la leyenda “Inspeccionado y Rechazado SAGARPA, México”.

3.4 Beneficios del Sistema TIF

3.4.1 Inocuidad

Este sistema cumple con estándares de calidad, sanidad e inocuidad requeridos internacionalmente; para cada proceso de obtención y transformación de productos y subproductos cárnicos. Se evalúan de manera constante. De esta manera, el sello TIF, garantiza al cliente la sanidad en la elaboración del producto, por lo que, el consumidor tiene la certeza de que adquiere un alimento libre de contaminantes o sustancias tóxicas que pudieran dañar la salud humana. En beneficio de los productos cárnicos se puede obtener materia prima de calidad, gracias a la verificación continua de la producción.

3.4.2 Capacitación constante

El sistema TIF es constantemente evaluado, por la revisión y del dictamen de SENASICA. Este trabajo es dinámico y constante, ya que una vez que se certifica, se continúa con un proceso de supervisión y verificación tanto a nivel central como estatal. Se auditan anualmente, por lo que se requiere de capacitación constante del personal, con la implementación de las Buenas Prácticas Pecuarias, requiere ofrecer mejores condiciones laborales a los trabajadores, ya que ellos forman parte del éxito de la empresa.

El entrenamiento mejora la productividad y la calidad, debido a que el personal entrenado podrá realizar las actividades por la vía correcta, sin gastar más tiempo y materiales. Por lo anterior dicho, es importante que los productores evalúen sus sistemas de producción y valoren las ventajas que representa, en la economía del sector por el aumento de ganancias al reducir mermas y aumentar vida de anaquel, ofreciendo garantía del consumidor, al no invertir en medicamentos para aliviar enfermedades de transmisión alimentaria.

3.4.3 Trazabilidad

El sistema HACCP, obliga a tener documentado todos los procesos, las acciones correctivas y los procesos de ajuste, lo que, es una ventaja competitiva de marketing, porque se puede verificar la serie continua de producción, reduciendo al mínimo el riesgo de enfermedades transmitidas por los alimentos, asegura la calidad específica de los insumos, las prácticas realizadas y la integridad de la cadena de frío, en cada sector correspondiente de la cadena (Crandall et al., 2013).

En el caso de establecimientos que obtengan la certificación de calidad, Tipo Inspección Federal, están autorizados para colocar en los alimentos cárnicos que producen, procesan, envasan, empaican, refrigeran o industrializan, un sello que garantiza su inocuidad. El sello TIF puede ser utilizado únicamente bajo las restricciones que establece el SENASICA, que está en constante vigilancia para garantizar que su uso sea el adecuado y sólo se encuentre en productos que cumplan con las normas nacionales e internacionales de calidad e inocuidad.

Los sellos contienen las siglas TIF antes de su número de clasificación. (El número del establecimiento autorizado por la Secretaría), así como las leyendas "Inspeccionado y Aprobado, SARH, México", "Inspeccionado y Aprobado para Cocción SARH, México", "Inspeccionado y Rechazado, SARH, México", según sea el caso. No se permite el empleo de ningún otro sello con leyendas diferentes a las establecidas.

3.4.4 Mejoras económicas

Implementar el sistema Tipo Inspección Federal (TIF) en rastros municipales puede abrir mercados a los productos cárnicos, tanto en el mercado nacional, como en el internacional.

- ✓ Confiere valor agregado a los productos.
- ✓ Para las empresas que procesan cárnicos bajo los lineamientos TIF es más fácil movilizar su producción de una zona a otra del país; sus productos son mejor cotizados en el mercado interno.

- ✓ Disminuye los rechazos y mermas de carne, porque al reducir los riesgos de contaminación, disminuyen los rechazos y mermas.
- ✓ Oportunidad de Exportación, pues, es el único sistema mexicano reconocido por autoridades sanitarias de 17 países.
- ✓ Mayor vida de anaquel.
- ✓ Oferta de diversos productos y cortes.

Al cumplirse 60 años del sello Tipo Inspección Federal (TIF), México ha consolidado un sistema que cuenta con 408 establecimientos en 28 estados, a través de los cuales nuestro país, en 2010, logró abastecer con productos de calidad al mercado interno y divisas por 578 millones de dólares por la exportación de productos cárnicos.

3.4.5 Competitividad

Al partir de materia prima de calidad, se puede ofertar cortes y productos cárnicos tradicionales que requieren un periodo de maduración/fermentación, a compradores mayoristas, como hoteles, restaurantes y tiendas departamentales.

CAPÍTULO 4

EVALUACIONES FISICOQUÍMICAS Y PARÁMETROS DE CALIDAD EN LA CARNE.

Capítulo 4

Evaluaciones fisicoquímicas y parámetros de calidad en la carne.

Durante los últimos años, la industria porcina mundial ha experimentado un gran desarrollo, que involucra una creciente demanda en la calidad del producto final. El cliente no solamente exige cortes magros y que estos reúnan características deseables de color, textura, sabor y aroma, sino que además en muchos mercados, se exige que se cumplan estándares de bienestar animal. El manejo adecuado de los animales en la última etapa de su vida, desde que salen de la granja hasta su sacrificio, no sólo son indicativos de bienestar animal, sino que afectan directamente en el rendimiento y la calidad de la materia prima. Por estas razones, cada día, más países reúnen esfuerzos para legalizar los aspectos de bienestar animal en cuanto a embarque, transporte y beneficio.

Poder garantizar la inocuidad de la carne implica el control de toda la cadena alimentaria, de la granja de origen a la manipulación y almacenamiento de carne y productos derivados hasta el momento de su consumo, pasando por la inspección antes y después de la matanza. (FAO, 2013)

La carne es el producto pecuario de mayor valor. Posee proteínas y aminoácidos, minerales, grasas y ácidos grasos, vitaminas y otros componentes bioactivos, así como pequeñas cantidades de carbohidratos. Desde el punto de vista nutricional, la importancia de la carne deriva de sus proteínas de alta calidad, que contienen todos los aminoácidos esenciales, así como de sus minerales y vitaminas de elevada biodisponibilidad. (FAO, 2013).

4.1 DEFINICIÓN DE CARNE

Se entiende por carne a la estructura muscular estriada esquelética, acompañada o no de tejido conectivo, hueso y grasa, además de fibras nerviosas, vasos linfáticos y sanguíneos; proveniente de los animales para abasto, que no ha sido sometida a ningún proceso que modifique de modo irreversible sus características sensoriales y fisicoquímicas; se incluyen las refrigeradas o congeladas (NOM-194-SSA1-2004). La carne procede del

músculo, pero uno y otro se diferencian en los procesos bioquímicos y biofísicos, que se producen a partir de la muerte del animal y que confieren a la carne sus propiedades de color, suavidad, sabor, aroma y jugosidad (Lee et al., 2010).

4.2 CONVERSIÓN DEL MÚSCULO EN CARNE

El primer paso hacia la conversión del músculo en carne es el aturdimiento, cuyo fin es el provocar la inconsciencia en los cerdos.

Dicho proceso se debe caracterizar por ser rápido y sin dolor para el animal, si esto no ocurriera así se podrían encontrar hemorragias en músculo y, por lo tanto, una falta de calidad de la carne. El siguiente paso es el desangrado, con el cual se consigue sacar del cuerpo del animal alrededor del 50% del volumen total de sangre (3-3.5% del peso del animal). Con este desangrado provocamos un colapso circulatorio, y por consiguiente, una interrupción de la llegada de oxígeno al músculo, con lo que ya no pueden continuar las típicas reacciones oxidativas para quemar el combustible del músculo (glucógeno) y se da paso a los ciclos anaeróbicos (sin oxígeno), cuya finalización es la acumulación de ácido láctico y el descenso del pH; éste último se convierte en el evento más importante que ayuda a la conversión del músculo en carne (Mota, 2006).

El ritmo del descenso y el mínimo pH que se puede alcanzar dependen de varios factores como el estrés y la temperatura. Por ejemplo, en los cerdos el pH del músculo en vivo es de 7, a las 6-8 horas de muerto baja alrededor de 5.8 alcanzándose un pH final a las 24 horas de 5.3-5.7. Si los cerdos sufren estrés antes de su muerte se pueden producir dos tipos de carne defectuosas, las llamadas carnes PSE (pálida, suave y exudativa) con pH menor o igual a 5.5 o carnes DFD (oscuras, firmes y secas) con un pH entre 6.5 y 6.8.

La conversión del músculo a carne comienza en el momento de la muerte de los animales y termina con el agotamiento de los compuestos degradables ricos en energía como ATP, creatina y glucógeno (Fadda et al., 2008) Está regulada por interacciones de procesos bioquímicos, físicos y químicos, se caracteriza por tres etapas importantes:

- *Pre-rigor*, los músculos son extensibles, pero relativamente firmes
- *Rigor- mortis*; los músculos se acortan y son rígidos
- *Post-rigor*; pierden firmeza e incluso son blandos. (Marinus et al. 2009)

Pre-rigor. Luego de la matanza, cesa el aporte sanguíneo de oxígeno y nutrientes al músculo, de manera que él mismo debe utilizar un metabolismo anaeróbico para transformar sus reservas de energía (glucógeno) en ATP, con el fin de mantener su temperatura e integridad estructural. El ATP se obtiene a través de la degradación de glucógeno en ácido láctico. Este último ya no puede ser retirado por el sistema sanguíneo, por lo tanto va provocar el descenso del pH muscular. Estos cambios pueden tener efecto sobre numerosas proteínas en la célula muscular, especialmente en los sistemas de enzimas proteolíticas que desempeñan un papel significativo en el ablandamiento de la carne, promovida durante la maduración *post-mórtem* (Huff Lonergan et al., 2010)

Rigor –mortis. El rigor mortis se presenta poco después de la muerte, existen impulsos nerviosos localizados, que inician ciclos rápidos de contracción y relajación muscular, pero la condición del rigor es irreversible porque ya no existe el control nervioso, las reservas de ATP se agotan y, evitan la ruptura de los puentes cruzados entre actina y miosina; además, el ciclo de contracción-relajación se detiene debido a la falla en los mecanismos que sintetizan ATP, por lo que la elasticidad muscular se pierde paulatinamente hasta llegar a un estado de contracción sostenida por la formación irreversible el complejo actomiosina.

Post-rigor. La etapa posterior al rigor mortis es la resolución, en donde el tejido muscular recupera gradualmente cierta elasticidad debido a la pérdida de la integridad del tejido, mejorando la textura y formando compuestos precursores del aroma a carne. El aumento en la suavidad se debe a la degradación de proteínas como la titina, nebulina, actina y miosina que da como resultado la pérdida de tensión y cambios en la estructura de las miofibrillas. Además del debilitamiento de la línea Z por fragmentación de la desmina, y liberación de Ca^{2+} (Huff Lonergan et al., 2010, Guerrero-Legarreta 2011).

4.3 MADURACIÓN DE LA CARNE

La maduración de la carne consiste en mantener la carne en refrigeración durante un período prolongado después de la matanza, las condiciones de almacenamiento varían en relación a la temperatura, empaque, humedad del ambiente y tiempo de almacenamiento, dependiendo de la especie, raza, edad del animal y también si se trata de cortes de carne, canales completas o producto cárnico. Durante este proceso se llevan a cabo una serie de reacciones oxidativas y bioquímicas, dentro de las cuales las más destacadas son la proteólisis y lipólisis y continúan aún a temperaturas de refrigeración (Ouali et al., 2006, Abdullah y Rasha 2009).

La maduración favorece las propiedades sensoriales de la carne y sus productos, atributos como la suavidad, sabor, olor, aroma, color, alta calidad nutricional, mayor capacidad de retención de agua, calidad microbiológica, así como la facilidad de fragmentación de las miofibrillas, (es decir un mejor desarrollo de la proteólisis). Éstas cualidades se logran gracias a los cambios estructurales en el músculo, como consecuencia de mecanismos físico-químicos, cambios de pH, participación de la fuerza iónica, acción de enzimas celulares proteolíticas y microbianas (Lamare et al. 2002, Anders et al., 2009, Aro et al., 2010).

4.4 CALIDAD DE LA CARNE Y PARÁMETROS INVOLUCRADOS

La carne es una parte importante de la dieta humana, ya que es el más concentrado y asimilable de los alimentos nitrogenados y es una buena fuente de proteínas de gran valor biológico y estimula el metabolismo por su alto contenido proteico, es decir, ayuda al organismo a producir energía y calor, es una fuente de vitaminas solubles en agua, especialmente tiamina, algunos minerales, y sobre todo hierro y lípidos altamente energéticos, incluyendo ácidos grasos esenciales (Grazia, 1989; Chornè, 1996).

El concepto de calidad de carne incluye aquellas características sensoriales que hacen de ésta un producto apetecible al consumo, como son aroma, sabor, color, jugosidad y suavidad. Sin embargo, por encima del concepto de calidad está el derecho de los consumidores a consumir carne sana e inocua, que no

vaya a producir enfermedades, lo cual obliga a los diferentes eslabones de la cadena cárnica a garantizar e suministros de carne sana y segura. (Fig. 37)

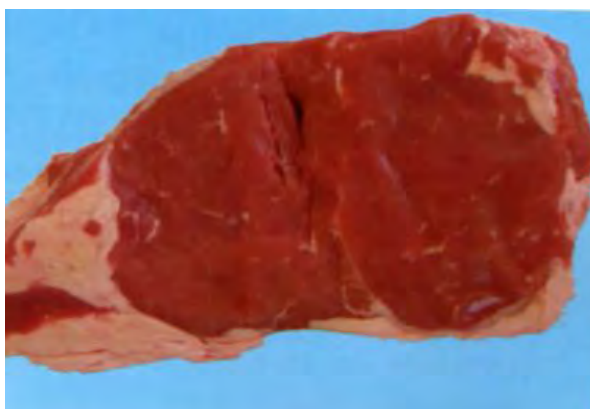


Fig. 37 Carne fresca normal. Manual de Bienestar Animal para operarios de matanza en Rastros. SAGARPA (2013).

La inocuidad alimentaria involucra ausencia de microorganismos patógenos como *Salmonella spp* y *E. coli*, y ausencia de residuos de antibióticos, metales o pesticidas. Por otro lado, la calidad organoléptica de la carne incluye que tenga buen color, olor y que sea suave y jugosa. Las carnes son de alto valor nutritivo, ya que tienen un alto porcentaje de proteínas además de proveer de aminoácidos esenciales, minerales y vitaminas. La calidad tecnológica de la carne se mide para conocer su capacidad de realizar con ella derivados cárnicos de alta calidad, y para ello debe tener un pH óptimo (>5.5) a las 24 horas después de la muerte, y de estar en refrigeración, lo que le proporcionaría una buena capacidad de retención de agua. Por último, también hay que considerar el concepto de calidad social, es decir, que la producción y obtención de carne sea mediante el cuidado del bienestar animal y del medio ambiente.

La calidad, ha sido entendida de muchas maneras, pero la mayoría de los autores que la definen coinciden, en que, la calidad es un conjunto de características o cualidades que posee un producto y que permite satisfacer las necesidades del cliente (Pérez Díaz, 2013). Entre las condiciones que requiere el consumidor para adquirir carne y considerarla como producto de primera, se encuentran las cualidades visuales y sensoriales, así como, la seguridad en aspectos de salubridad. Dentro de las cualidades visuales se encuentran implicados el color, la cantidad de grasa y la inexistencia de goteo, las características sensoriales son consideradas a partir de que la carne está

cocida, donde el consumidor la selecciona por su sabor, aroma, suavidad y jugosidad (Warner et al. 2010). En cuanto a los aspectos de salud se buscan mejores propiedades funcionales y nutricionales, por ejemplo baja en colesterol, mejor perfil de ácidos grasos, de fácil digestión, etc. También exigen la garantía de inocuidad, es decir buena calidad microbiológica y sin hormonas adicionadas una menor implicación de aditivos e intervenciones tecnológicas (Monsón et al., 2005, Nychas et al 2008, Asefa et al., 2010, Dyubele et al., 2010, Zhang et al., 2010, Delgado-Pando et al., 2012).

4.4.1 Color de la carne

La NMX-FF-078-SCFI-2002 define el color de la carne como: la coloración de las fibras musculares que se manifiesta de diferentes tonalidades de rojo, desde el rojo claro, rojo cereza y oscuro, mismos que son referidos con base al sistema numérico pantone (sistema basado en una paleta o gama de colores que sirven a modo de guía para obtener colores específicos por medio de la mezcla de tintas). El color de la carne es el primer parámetro visual que tienen en cuenta los consumidores, al comprarla, así que, un color marrón es sinónimo de mala calidad y poca higiene a criterio de ellos (Khliji et al., 2010, Summan2010).

Cuando la carne es pálida también es discriminada por los consumidores, ya que, eligen carne de “color normal” (rojo-rosáceo) (Warris, 2000). El color de la carne lo determina el grado de oxigenación de la mioglobina y el estado oxidativo del hierro. La mioglobina oxigenada ofrece una atractiva vista de carne de color rojo y un color rojo oscuro en ausencia de oxígeno. La oxidación de hierro hemo de un ion ferroso (Fe^{2+}) a uno férrico (Fe^{3+}) da lugar al color marrón y se asocia a menudo a la liberación de radicales de oxígeno (Sato y Shikama, 1981). Después del sacrificio, cuando se ha consumido el oxígeno, los músculos tienen un color púrpura oscuro. Cuando la carne fresca se corta por primera vez la superficie del corte puede presentar este color rojo oscuro; tras su exposición a la atmósfera durante algunos minutos se oxigena la mioglobina y la carne cambia a un color rojo más brillante (Fig. 38).

Si el músculo ha sufrido desnaturalización intensa el tono del color se reduce considerablemente y aparece pálido incluso en la carne cortada. (Mancini 2005).

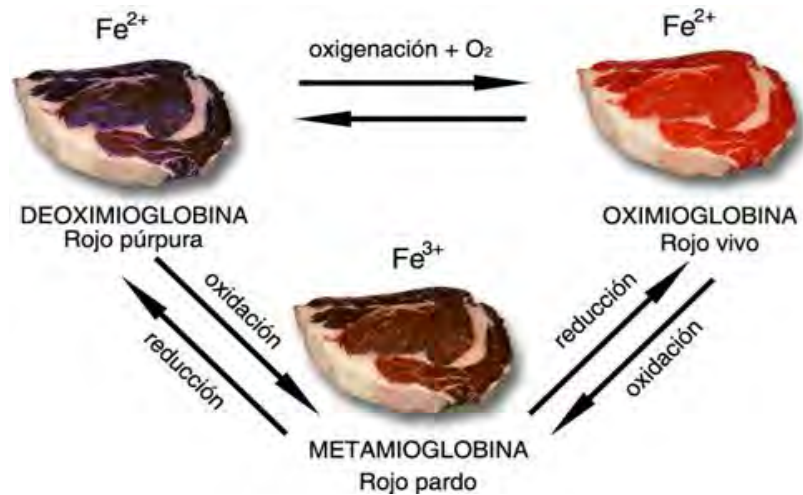


Fig.38 Química de la mioglobina de la carne. Modificado de AMSA. Meat Color Guidelines, 2012.

4.4.2 Suavidad y/o Terneza

La suavidad es el parámetro de mayor importancia después del color, al momento de elegir carne, sobre todo carnes rojas (Gil et al. 2006, Warner et al. 2010, Huff Lonergan et al., 2010, Kemp et al., 2010, Nishimura 2010). Depende del contenido y/o composición del tejido conectivo, la longitud del sarcómero y de la modificación de las proteínas estructurales del músculo esquelético, es decir, del grado de alteración y debilitamiento de las estructuras miofibrilares, donde participan diferentes sistemas proteolíticos (Hopkins y Tompson 2001, Huff Lonergan y Lonergan 2005, Ouali et al., 2006, Abdullah y Rasha 2009).

La variación en terneza se puede explicar básicamente por diferencias en cuatro propiedades de la carne (Warkup y Matthews, 1997).

1. Almacenamiento de la carne después del sacrificio (maduración) resulta en una degradación gradual de algunas estructuras musculares, especialmente elementos contráctiles, por acción de enzimas proteolíticas.
2. El estadio de contracción del músculo antes o durante el *rigor mortis* y la temperatura a la que ocurre también son determinantes en el grado de terneza. Si el músculo se enfría rápidamente y la temperatura es inferior

a 10°C antes del desarrollo del rigor, se produce una contracción espontánea. Este proceso llamado “cold shortening” provoca una dureza extrema de la carne.

Al mismo tiempo, si el músculo llega al *rigor mortis* a alta temperatura, se produce un “hot shortening”. La temperatura óptima para la entrada del músculo al *rigor mortis* es de 15°C.

3. La estructura del tejido conectivo (cantidad, distribución y estabilidad térmica) es otro factor que contribuye a crear diferencias en textura entre diferentes piezas de un animal. Sin embargo, la variación en una misma pieza entre animales de la misma edad es poco importante (Warkup y Matthews, 1997). El cambio en textura al aumentar la edad de los animales se debe a cambios en este tejido.
4. Y por último, la cantidad de grasa intramuscular también tiene su efecto sobre la ternura de la pieza cárnica.

4.4.3 Capacidad de retención de agua

La capacidad de retención de agua (CRA) se define como la capacidad que tiene la carne para retener el agua libre, a pesar de la aplicación de fuerzas externas, tales como el cortado, la trituración, el picado o el prensado, muchas de las propiedades físicas de la carne como el color, la textura, la firmeza, así como la jugosidad y la suavidad, dependen en gran parte de la capacidad de retención de agua. La CRA es especialmente importante en productos picados o molidos, en los que se ha destruido la integridad de la fibra muscular y por lo tanto no existe una retención física del agua libre. Las pérdidas de peso y la aceptación de los productos cárnicos están directamente relacionadas con la disminución de la CRA.

El pH tiene un efecto definitivo en la CRA. Al morir el animal el pH del músculo es prácticamente neutro y tiene la máxima capacidad de retención de agua. La CRA de la carne se debe en última instancia al estado químico de las proteínas del músculo, otros factores que también intervienen son la cantidad de grasa, el pH y el tiempo y condiciones en que ha estado la carne a partir del sacrificio del animal. Se considera que un máximo de 5% del agua total del músculo está ligada a través de los grupos hidrofílicos de las proteínas. Este tipo de agua

está fuertemente ligada y no es fácil de separar, en cambio el agua que se puede separar al aplicar una fuerza es el agua libre.

Conforme avanza la maduración de la carne, el pH disminuye y se produce mayor entrecruzamiento entre la actina y la miosina, lo que disminuye la CRA.

4.4.4 pH

Es la medida que se utiliza para medir el grado de acidificación en la carne se mide a las 24 hrs. para que brinde información potencial de la carne, ya que interfiere directamente sobre la estabilidad y las propiedades de las proteínas, de su valor final, dependerán los atributos de calidad de la carne y sus propiedades funcionales como la capacidad de retención de agua (Oliva-García 2012). Los rastros municipales no lo consideran y no lo miden, en los rastros privados se maneja un pH de 6, mientras que en los rastros TIF se manejan pH de 5 (Pérez-Díaz 2013).

La velocidad y la magnitud de la caída de pH después del sacrificio es posiblemente la causa individual más importante de la variación existente en calidad cárnica del porcino. La velocidad de reducción del pH y la temperatura a la que se produce afectan a la desnaturalización proteica en el músculo *post-mórtem*. Una caída rápida (hasta tres veces superior) de pH mientras la canal aún está a temperatura alta (>37°C) provoca la desnaturalización de las proteínas miofibrilares. La caída hasta un pH cercano al punto isoeléctrico (5,0-5,1) de las proteínas musculares reduce considerablemente su capacidad de retener agua. El resultado son carnes blancas y exudativas debido a la poca capacidad de retener líquidos, carnes PSE. Si la caída es insuficiente, el resultado es el contrario, carne DFD. Una carne DFD no presenta problemas de palatabilidad debido a su alta capacidad de retención de agua, siendo válida para elaborados.

Los cambios en el pH después del sacrificio son básicamente debidos a la degradación del glucógeno a ácido láctico por glucogenólisis y glicólisis en condiciones anaerobias.

Mientras que el papel del glucógeno hepático es básicamente mantener el nivel de glucosa en sangre, el glucógeno del músculo esquelético actúa como fuente energética de rápida movilización, especialmente en casos de metabolismo anaerobio, mediante glucogenólisis.

La glucogenólisis se produce por activación de la glucógeno fosforilasa que libera glucosa-1-P, sustrato de la glicólisis. Esta activación se produce por una cascada de reacciones dependientes de AMPc que resultan en la fosforilación del enzima. Catecolaminas y/o neurotransmisores son los agentes iniciadores de la cascada.

4.4.5 Sabor y Aroma

En condiciones normales el olor de la carne es causado por compuestos volátiles u odoríferos producidos por los fosfolípidos y los triglicéridos. La carne fresca tiene un olor débil que ha sido descrito como parecido al ácido láctico comercial. Uno de los factores determinantes del óptimo sabor y olor de la carne es la calidad de la grasa presente en la pieza cárnica, especialmente su estado de oxidación. Una excesiva oxidación repercute muy negativamente en la calidad de la carne fresca.

La manipulación del perfil y porcentaje de ácidos grasos, especialmente poliinsaturados, en grasas o ingredientes utilizados en la dieta del animal, junto a la utilización de antioxidantes que se fijan en los tejidos (vitamina E) son altamente útiles en la prevención de este indeseable efecto mediante la alimentación del animal (Mota, 2006).

El aroma es el atributo sensorial de la carne cocida que mejor define a la carne de cada especie (Matsuishi et al., 2004), Se forma a partir de las interacciones de los precursores no volátiles, como aminoácidos libres, péptidos, azúcares reductores, vitaminas, nucleótidos y ácidos grasos insaturados y que durante la cocción dan lugar a los aromas deseables característicos a carne, destacando los compuestos azufrados que son formados durante la reacción de Maillard (reacción entre los aminoácidos libres y azúcares reductores) éstos precursores se encuentran en la carne cruda y provienen de los cambios

bioquímicos sucedidos en la etapa *post-mórtem* (Mottram 1998) Del Campo et al., 2003 explica que las carnes con mayor cantidad de ácidos grasos insaturados, aportan mayor cantidad de compuestos volátiles derivados de los lípidos, ya que éstos son más reactivos durante el calentamiento.

El sabor es una percepción sensorial de la estimulación simultánea de los sentidos del gusto y el olfato. El sabor característico de la carne esta dado principalmente por la mioglobina, que es el pigmento que contiene la carne. Generalmente se cree que el desarrollo del sabor es debido a la formación de varios compuestos de bajo peso molecular, incluyendo los péptidos, aminoácidos, aldehídos, ácidos orgánicos y aminas, que son compuestos importantes del sabor o precursores de compuestos aromáticos (Soriano et al., 2006, Stetzer et al., 2008, Sun et al., 2010). Otra fuente es la derivada de lípidos. Por ejemplo en la carne de cerdo, pollo y pescado hay mayor proporción de ácidos grasos insaturados, en comparación con carne de res y cordero en donde se generan aldehídos volátiles.

4.5 PROBLEMAS EN LA CALIDAD DE LA CARNE

Los ajustes que el cuerpo del animal tiene que hacer ante los cambios de ambiente se ven reflejados en los músculos. Hay dos problemas fundamentales como consecuencia del estrés ante *mórtem* al que pueden estar sometidos los porcinos: PSE y DFD.

4.5.1 Carne PSE (pálida, suave y exudativa)

Cuando un animal se le provoca estrés y sufrimiento de manera muy intensa justo antes de la muerte, los músculos comienzan a contraerse sin poder controlarse, y cuando el animal muere sigue gastando la energía muy rápidamente y el músculo se acidifica (baja el pH) inmediatamente después de la muerte, lo que hace que su carne sea pálida, suave y no retenga el agua. La condición PSE está asociada con rendimientos bajos en el procesamiento (por cada Kg de carne se obtiene menos producto cárnico), aumento en las pérdidas al cocinado y disminución de la jugosidad. (Fig. 39).

La carne PSE deriva de una glicólisis acelerada en la cual, la degradación de glucógeno ocurre durante el estrés del sacrificio y principalmente *post mórtem*

(Prandl et al., 1994; Rubensam, 2000), así como por la utilización acelerada de ATP. La posible existencia de esta carne queda confirmada por el descenso del pH en la primera hora después del sacrificio, por debajo de 5.8 (Pearson, 1994; Prandl et al., 1994; Bonelli y Schifferli, 2001).

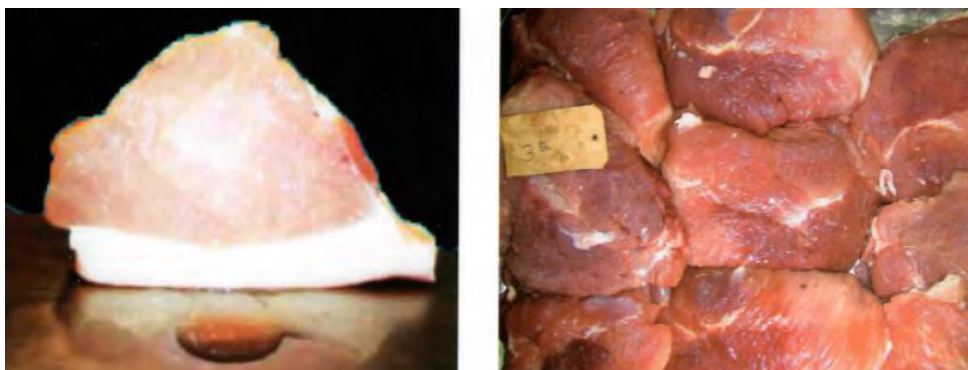


Fig. 39 Carne PSE (pálida, suave y exudativa). Manual de Bienestar Animal para operarios de matanza en Rastros. SAGARPA (2013).

4.5.2 Carne DFD (oscura, firme y seca)

Esta condición se produce cuando el animal aguantó a un estrés de larga duración, que provocó que se acabaran todas sus reservas de glucógeno en músculo. Cuando estos cerdos entran a la matanza, no tienen más energía y no pueden acidificar sus músculos, por lo que la carne es un medio ideal para que crezcan las bacterias. Lo que resulta en que los cambios de color son mínimos y el músculo se queda lleno de agua. La mayor desventaja de esta carne es que es poco atractiva (color muy oscuro), y que tiene un ambiente favorable para el crecimiento microbiano. Estas condiciones resultan en graves pérdidas económicas. (Fig. 40).



Fig. 40 Carne DFD (oscura, firme y seca). Manual de Bienestar Animal para operarios de matanza en Rastros. SAGARPA (2013).

4.5.3 Riesgos Sanitarios

El bienestar animal está íntimamente unido a la sanidad. La sanidad animal implica no solo la ausencia de toda alteración, sino la presencia del óptimo bienestar. No se considera que un animal este sano simplemente porque exista ausencia de procesos infectocontagiosos.

A un animal herido, sufriendo o estresado, en el que sus funciones físicas, psíquicas o sociales estén alteradas, no se le considera un animal sano. Si ha sufrido lesiones a todo el cuerpo, por lo tanto, es muy peligroso consumir la carne de un animal con contusiones o hemorragias.

Se sabe que las prácticas de producción y de alimentación pueden incrementar el riesgo de presencia de *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *Campylobacter*, *Listeria* etc., todas estas bacterias se encuentran frecuentemente en el tubo intestinal. Esto justifica la creación de un punto de control para la detección de contaminaciones, denominado “cero contaminación de ingesta o fecal visible”, que debe hacer parte del sistema de autogestión de la empresa y del sistema de inspección oficial (Méndez, 2013).

4.6 VIDA DE ANAQUEL

Los cerdos que van al rastro para servir de alimento a las persona, deben estar sanos. La carne de estos animales normalmente no tiene microorganismos o bacterias en sus músculos (a no ser que se envíen a los rastros enfermos); sin embargo, en el proceso de matanza y en condiciones incorrectas, las canales se contaminan de la suciedad del rastro, de los operarios e incluso de su propia piel o sus intestinos.

Al morir el animal, su sistema de defensa pierde la capacidad de protegerlo ante la invasión de microorganismos, por lo cual hay que conservar la inocuidad de la canal con métodos de conservación como refrigeración y congelación. Las bacterias que logran persistir en la carne encuentran todo tipo de nutrientes necesarios para crecer. Cuanto más se reproduzcan las bacterias, más nutrimentos necesitarán, irán deteriorando la carne y echándola a perder. Por lo tanto, cuanto peor manejada sea, habrá más probabilidad de

que haya microorganismos y, por tanto, más rápido se puede estropear la carne, lo que disminuye su vida de anaquel (Fig. 41).



Fig. 41 Carne deteriorada y por ende con corta vida de anaquel. Manual de Bienestar Animal para operarios de matanza en Rastros. SAGARPA (2013).

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Para lograr que la carne sea inocua y apta para el consumo humano, debe haber participación de todas las partes interesadas, incluidos el gobierno, la industria y los consumidores, lo cual contribuirá al logro de ese objetivo.

Con la revisión bibliográfica, se mostró que los Establecimientos TIF son los que manejan estándares altos de calidad en sus procesos de manejo, sacrificio y procesamiento de la carne, destacando principalmente el hecho de evitarle sufrimiento innecesario a los animales, lo cual es una clara diferencia ante los Rastros Municipales, no obstante este sistema aún no es empleado por la mayoría de los productores, debido tal vez a los costos que éste sistema implica.

En los Rastros Municipales la obtención de carne no se realiza en condiciones adecuadas, es decir hay deficiencia en la aplicación de Buenas Prácticas de Manufactura principalmente, las Instalaciones suelen ser deficientes, y sin una correcta Inspección *ante y post-mórtem*, lo contrario a Establecimientos TIF.

Mediante éste trabajo se generó un documento que da a conocer más información sobre los aspectos involucrados en el proceso de obtención de carne de cerdo, así como ampliar el panorama respecto a la certificación TIF y los beneficios que trae consigo.

A pesar de ser este un sistema controlado por la SAGARPA y SENASICA, puede presentar fallas, por lo cual es muy importante la capacitación principalmente al personal operario, sobre temas de Inocuidad y Buenas Prácticas de Manufactura, así como a las altas jerarquías dentro de las empresas.

El Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos (HACCP) es un sistema de autocontrol implementado por la industria alimentaria, que hasta ahora ha resultado muy eficaz para garantizar la calidad e inocuidad de los alimentos. En este trabajo se realizó un análisis de todas las operaciones involucradas en el Sacrificio de Cerdos, con lo cual se logró identificar las etapas que representan un peligro al proceso, señaladas a continuación:

- ✓ Recepción y descarga
- ✓ Inspección *post-mórtem*
- ✓ Refrigeración

Los principales aspectos que influyen en la calidad de la carne son: la recepción y descarga de los animales, así como la inspección *ante-mórtem*, es necesario evitarles estrés, pues de este factor depende en gran medida que se presenten Carnes DFD o PSE.

El control efectivo del proceso requiere la formulación y aplicación de sistemas apropiados. La industria es la principal responsable de aplicar y supervisar los sistemas de control del proceso para garantizar la inocuidad y salubridad de la carne. Dichos sistemas deberán incorporar las buenas prácticas de higiene y los planes de HACCP que sean adecuados a las circunstancias.

Los buenos resultados dependen de los conocimientos, por lo que se sugiere pedir a las autoridades correspondientes la capacitación necesaria para desarrollar aptitudes del personal y de los grupos de interés de cada empresa participante, es decir de cada uno de los segmentos de la cadena productiva.

SUGERENCIAS

El sistema HACCP deberá ser aplicado, como sistema preferido de control del proceso, y estar respaldado por buenas prácticas de higiene que incluyan procedimientos operativos normalizados de saneamiento.

El operador del establecimiento es el principal responsable de aplicar los sistemas de control del proceso. Cuando se apliquen dichos sistemas, la autoridad competente deberá verificar que cumplan con todos los requisitos relativos a la higiene de la carne.

El control del proceso deberá limitar en la mayor medida posible la contaminación microbiológica usando un método basado en el análisis de riesgos.

El control del proceso deberá responder a una estrategia integrada de control de los peligros a lo largo de la cadena alimentaria, teniendo en cuenta la

información recibida de la producción primaria y previa a la matanza, siempre que sea posible.

Se propone el implementar el Sistema TIF en los Rastros Municipales, como medida, para garantizar la inocuidad y calidad de los productos; partiendo de buena materia prima y llevando a cabo un correcto control durante el proceso de obtención de la carne, lo cual cumplirá las demandas de los consumidores que exigen productos de calidad.

BIBLIOGRAFÍA

Abdullah, Y., Rasha, I. Q. (2009) Effect of slaughter weight and aging time on the quality of meat from Awassi ram lambs. *Meat Science*, 82, pp. 309–316.

Alarcón Rojo Alma Delia, Gamboa Alvarado José G., Janacua Vidales Héctor. (2008). “Factores que afectan la Calidad de la Carne de Cerdo” *NACAMEH: Vocablo Náhuatl para Carnes*, Vol. 2, No.1 pp.63-77.

Anders, P. W., Martinez, I., Ludvig, R.O. (2009) Myosin heavy chain degradation during post mortem storage of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Food Chemistry*, 115, pp. 1228–1233.

Arce González Miguel A., Avello Oliver Aida, Camacho Escandón María C., Peña Rodríguez Fredy I., Berna Díaz Pedro S., Tandrón Benítez Elsi. (2010). “Identificación de Riesgos y Puntos Críticos de Control para la Implementación de un Sistema HACCP en un Matadero Porcino”. *REDVET Revista electrónica de Veterinaria*, Volumen 11 Número 03B, pp.1-11.

Aro- Aro, J. M., Nyam-Osor, P., Tsuji, K., Shimada, K., Fukushima, M., Sekikawa, M. (2010). The effect of starter cultures on proteolytic changes and amino acid content in fermented sausages. *Food Chemistry*, 119, pp. 279-285.

Asefa, D.T., Kure, C. F., Gjerde, R. O., Omer, M. K., Langsrud, S., Nesbakken, T, Skaar, I. (2010). Fungal growth pattern sources and factors of mould contamination in a dry-cured meat production facility. *International Journal of Food Microbiology*, 140, pp.131–135.

ASPROCER: Asociación Gremial de Productores de Cerdos en Chile. Departamento de Sanidad e Inocuidad. (2010). Manual de Buenas Prácticas para el Bienestar Animal en Cerdos. ASPROCER.

Beltrán Ordaz Francisco J. (1996). “Aplicación del Análisis de Riesgos, Identificación y Control de Puntos Críticos en Rastros y Tiendas de

Autoservicio”. Ciudad de México: Secretaria de Salud. Subsecretaría de Regulación y Fomento Sanitario.

Braña Varela Diego, Méndez Medina Rubén Danilo, Cuarón Ibarquengoytia José A. (2011). “*Manual de Responsabilidades en el Transporte de Cerdos*”. Ciudad de México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología Animal y Mejoramiento Animal.

Chambers G. Phillip, Grandin Temple. (2001). *Directrices para el Manejo, Transporte y Sacrificio Humanitario del Ganado*. Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific.

Coma J., Piquer J. (2010). “Calidad de Carne en Porcino: Efecto de la Nutrición”. XV Curso de Especialización. Avances en Nutrición Animal.

Comisión del *Codex Alimentarius*. (2005). *Código de prácticas de higiene para la carne* (CAC/RCP 58). Roma: Comisión del *Codex Alimentarius*.

Delgado-Pando, G., Cofrades, S., Ruiz, C., Triki M., Jiménez, F. (2012). *Meat Science* 92, pp. 762–767.

Del Coco VF, Córdoba MA, Basualdo JA. (2009). Criptosporidiosis: una zoonosis emergente. *Revista Argentina de Microbiología* Vol. 41, pp. 185-196.

Dyubele N.L., Muchenje V., Nkukwana T. T., Chimonyo M. (2010). Consumer sensory characteristics of broiler and indigenous chicken meat: A South African example. *Food Quality and Preference*, 21, pp. 815– 819.

Ekiz, B., Ekiz, E. E., Yalcintan, H., Kocak O, Yilmaz, (2012). A. Effects of suckling length (45, 75 and 120 d) and rearing type on cortisol level, carcass and meat quality characteristics in Kivircik lambs. *Meat Science*, 92, pp. 53–61.

Fadda, S., Chambón, C., Champomier-Vergés M.C., Talon, R., Vignolo, G. (2008). Lactobacillus role during conditioning of refrigerated and vacuum packaged Argentinean Meat. *Meat Science*, 79, pp. 603–610.

FAO. Abattoir development. Options and designs for hygienic basic and medium-sized abattoirs. Animal Production and Health Commission for Asia and the Pacific Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific. Bangkok, 2008

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2004). Good Practices for the Meat Industry. Rome: FAO and Fondation Internationale Carrefour.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. World Organization for Animal Health. (2010). "Guide To Good Farming Practices". Rome: FAO/OIE.

Gamboa Alvarado José G., Gallegos Lara Ricardo Adrian, Arcos García José L., López Pozos Roberto, Ramírez Rivera Emmanuel de Jesús, Alarcón Rojo Alma Delia. (2011). "Efecto del Método de Insensibilización sobre los parámetros más importantes que influyen en el Sacrificio y Calidad de la Carne de Cerdo". *NACAMEH: Vocablo Náhuatl para Carnes*, Vol. 5, No.2 pp.40-55.

García Macías José Arturo. (2010). "Tendencias en la Investigación en la Ciencia de la Carne". *NACAMEH: Vocablo Náhuatl para Carnes*, Vol. 4, Supl. 1 pp.S14-S21.

Gil M., Ramírez J. A., Pla M., Ariño B., Hernández P, Pascual M., Blasco A., Guerrero L., Hajós G, Szerdahelyi E.N., Oliver M.A. (2006). Effect of selection for growth rate on the ageing of myofibrils, meat texture properties and the muscle proteolytic potential of m. longissimus in rabbits. *Meat Science*, 72, pp. 121–129.

González Sotolongo Ana M. (2009) Tecnología del Sacrificio y su Influencia sobre los rendimientos, Refrigeración y Congelación **En:** González Sotolongo Ana M. *Sacrificio y deshuese de cerdos: Experiencias en el Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia*. Ciudad de la Habana: Editorial Universitaria. pp. 17-32.

Grazia, L., Suzzi, G., Romano, P., & Giudici, P. (1989). The yeasts of meat products. *Yeast (Suppl.)*, S495– S499.

Gregory N.G. (2008). Animal welfare at markets and during transport and slaughter. *Meat Science*, 80, pp. 2–11.

Guerrero Legarreta I., Mota Rojas D. (2010) “Transformaciones bioquímicas del músculo a carne”. Memorias del Curso Bienestar del Cerdo y Calidad de la Carne. FMVZ. UNAM. 24 y 25 de junio de 2010. Ciudad Universitaria.

Guerrero-Legarreta, I. El Estrés *Ante-mórtem* y La Calidad De La Carne. Conferencia Magistral. Memorias del II Curso de Bienestar Animal y Calidad de la Carne. FMVZ. UNAM. 28 y 29 de Marzo de 2011. Ciudad Universitaria.

Guzmán San Martín Jesús. (2008). “Manual de Procedimientos de Operaciones Estandarizadas de Saneamiento (POES), para el área de proceso de Bovinos del Rastro Frigorífico La Paz S.A de C.V., en el Municipio de Los Reyes, La Paz, Estado de México”. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM.

Hernández Bautista Jorge, Aquino López Jesica Leticia, Ríos Rincón Francisco Gerardo. (2013). “Efecto del manejo pre-mortem en la Calidad de la Carne”. *NACAMEH: Vocablo Náhuatl para Carnes*, Vol. 7, No.2 pp.41-64.

Hernández-Cázares Aleida S., Narciso-Gaytán Carlos, Velasco-Velasco Joel, Real-Luna Natalia, Contreras-Oliva Adriana. (2013). Control de Calidad de la Carne de Cerdo. *AGROENTORNO; FUNPROVER*, No. 147 Año 16, pp. 32-34.

Hernández Ladino Meily Lisbeth, Martínez Rincón Angélica María. (2008). “Mejoramiento y adecuación de la línea de sacrificio y faenado de ternero lechal en la empresa Frigorífico y Plaza de Ferias de Zipaquirá”. Facultad de Ingeniería de Alimentos. Universidad de la Salle, Bogotá.

Hopkins D.L., Thompson J.M. (2001). Degradation of myofibrillar proteins, examination and determination of free calcium levels. *Meat Science*, 59, pp. 199–209.

Hunt Melvin, King Andy. (2012). Myoglobin Chemistry **En**: Hunt M., King A. *American Meat Science Association: Meat Color Measurement Guidelines*. Illinois: American Meat Science Association. pp. 3-10.

Huff Lonergan, E; Zhang W., Lonergan S. (2010). Biochemistry of postmortem muscle Lessons on mechanisms of meat tenderization. *Meat Science*, 86, pp. 184-195.

Kemp, C.M., Sensky, P., Bardsley, G. (2010). Tenderness – An enzymatic view. *Meat Science*, 84, pp. 248–256.

Khlijji S., van de Ven R., Lamb T.A., Lanza M., Hopkins D.L. (2010). Relationship between consume ranking of lamb colour and objective measures of color. *Meat Science*, 85, pp. 224–229.

Lamare, M., Taylor, R. G., Farout, L., Briand, Y., and Briand, M. (2002). Changes in proteasome activity during postmortem aging of bovine muscle *Meat Science*, 61, pp. 199–204.

Mancini R.A., y Hunt M.C. (2005). Current research in meat color. *Meat science*, 71, pp. 100-121.

Matsuishi, M., Igeta, M., Takeda, S., Okitani, A. (2004). Sensory factors contributing to the identification of the animal species of meat. *Journal of Food Science*, 69, pp. S218–S220.

Méndez Medina Rubén Danilo, Schuneman de Aluja Aline, Rubio Lozano María Salud, Braña Varela Diego. (2013). *Manual de Bienestar Animal para operarios de matanza de Rastros de Cerdos*. Querétaro: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología Animal y Mejoramiento Animal.

Méndez Medina Rubén Danilo, Schuneman de Aluja Aline, Rubio Lozano María Salud, Braña Varela Diego. (2013). *Bienestar Animal para operarios en Rastros de Bovinos*. Querétaro: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales,

Agrícolas y Pecuarias. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología Animal y Mejoramiento Animal.

Michanie S. (2003). *Escherichia coli* O157:H7, la bacteria que dispara el HACCP en la industria de la carne. *Rev. Ganado y Carne* Vol. 4(17), pp.40-42.

Monsón F., Sañudo C., Sierra I. (2005). Influence of breed and ageing time on the sensory meat quality and consumer acceptability in intensively reared beef. *Meat Science*, 71, pp. 471–479.

Mota Rojas Daniel, Becerril Herrera Marcelino, Gay Jiménez Francisco Ramón, Alonso Spilsbury María, Lemus Flores Clemente, Ramírez Necoechea Ramiro, Escobar Ibarra Isabel. (2006). *Cuadernos: Calidad de la Carne de Cerdo, Salud Pública e Inocuidad Alimentaria*. Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco.

Mottram D. S. (1998). Flavour formation in meat and meat products a review. *Food Chemistry*, 62, pp. 415-424.

Nishimura, T, (2010). The role of intramuscular connective tissue in meat texture. *Animal Science Journal*, 81, pp. 21 -27.

Nollet L. Leo M. (2007). *Handbook of Meat, Poultry and Seafood Quality*. Iowa: Blackwell Publishing.

Ouali A., Herrera-Méndez C.H., Coulis G., Becila S., Boudjellal A., Aubry L., Sentandreu M.A. (2006). Revisiting the conversion of muscle into meat and the underlying mechanism. *Meat Science*, 74, pp. 44-58.

Pérez Alulema José L. (2010). “Diseño y Desarrollo del Manual de Buenas Prácticas de Manufactura y Faenamiento para el Camal del Norte”. Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria. Escuela Politécnica Nacional.

Pérez Díaz M.M. (2013) "Elementos para la integración de la cadena de carne fresca de res en México a partir de los indicadores de calidad. Tesis de Licenciatura. Fes Aragón. UNAM.

Pinelli Saavedra A., Acedo Félix E., Hernández López J., Belmar R., Beltrán A. (2004). Manual de Buenas Prácticas de Producción en Granjas Porcícola. Hermosillo: Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Unidad de Hermosillo del CIAD, A.C. y el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, SAGARPA.

Roldán S.P., Becerril, H., M., Mota, R., D., Guerrero, L. I. (2010). Bienestar del cerdo rumbo al rastro. Memorial del Curso Bienestar del Cerdo y Calidad de la Carne. FMVZ. UNAM. 24 y 25 de junio de 2010. Ciudad Universitaria. México.

Satoh, Y., & Shikama, K. (1981). Autoxidation of oxymyoglobin. A nucleophilic displacement mechanism. *Journal of Biological Science*, 256, pp. 10272–10275.

Schnöller A. (2006). Pautas para los procedimientos de inspección en animales y carnes en un matadero. *Revue Scientifique et Technique de L'Office International des Epizooties (OIE)*, 25 (2), pp.849-860.

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). (2009). Manual de Inspección Sanitaria en Establecimientos de Sacrificio TIF. Ciudad de México: SENASICA/ Dirección General de Inocuidad Agroalimentaria, Acuícola y Pesquera (DGIAP).

Signorini Marcelo. (2008). "Rastros Municipales y su impacto en la Salud Publica". *NACAMEH: Vocablo Náhuatl para Carnes*, Vol. 2, No.1 pp.1-24.

Signorini Marcelo. (2007). "Evaluación de Riesgos de los Rastros y Mataderos Municipales". *NACAMEH: Vocablo Náhuatl para Carnes*, Vol. 1, No.2 pp.118-141.

Signorini, M., Sivit, S., Bonilla, M., Cervantes, M, Calderón, M., Pérez, A., Espejel, M., Almazán, C. (2006). Evaluación de Riesgos en los Rastros y Mataderos Municipales. Comisión Federal para la Protección de Riesgos Sanitarios. México.

Slorach A. Stuart (2006). Animal production food safety challenges in global markets. *Revue Scientifique et Technique de L'Office International des Epizooties (OIE)*, 25 (2), 479-492.

Soriano A., Cruz B., Gómez L. Mariscal C., García A. (2006). Proteolysis, physicochemical characteristics and free fatty acid composition of dry sausages made with deer *Cervus elaphus* or wild boar *Sus scrofa* meat: A preliminary study. *Food Chemistry*, 96, pp. 173–184.

Sofos JN. (2008). Challenges to meat safety in the 21st century. *Meat Science* Vol. 78, pp. 3-13.

Stetzer A.J., Cadwallader K., Singh T.K, Mckeith F.K., Brewer M.S. (2008). Effect of enhancement and ageing on flavor and volatile compounds in various beef muscles. *Meat Science*, 79, pp. 13–19.

Suman S.P., Mancini R.A., Joseph P., Ramanathan R., Konda M.K.R, Dady G., Yin S. (2010). Packaging specific influence of chitosan on color stability and lipid oxidation in refrigerated ground beef. *Meat Science*, 86, pp. 994–998.

Sun W., Zhao Q., Zhao H, Zhao M., Yang B. (2010). Volatile compounds of Cantonese sausage released at different stages of processing and storage. *Food Chemistry*, 121, pp. 319–325.

Torrescano Urrutia Gastón R., Sánchez Escalante Armida, González Méndez Natalia F., Camou Arriola Juan Pedro. (2008). “Tecnología e Ingeniería del Sacrificio y su repercusión en la Calidad de la Canal de Animales de Abasto”. *NACAMEH: Vocablo Náhuatl para Carnes*, Vol. 2, No.1, pp.78-94.

Villada Martínez J. (2013). "Situación de rastros municipales: alternativas para implementar un sistema para garantizar la calidad e inocuidad de la carne." Tesis de Licenciatura. Facultad de Química. UNAM.

Warner R.D., Greenwood P.L., Pethick D.W., Ferguson D.M. (2010). Genetic and environmental effects on meat quality. *Meat Science*, 86, pp. 171–183.

Warris, P.D. (2000). Chapter 7: The effects of live animal handling of carcass and meat quality. On: Warris, P.D. *Meat Science an introductory text*. Londres: *CABI Publishing*. pp. 131-155.

Warriss, P. D. (2003). Optimal lairage times and conditions for slaughter pigs: A review. *Veterinary Research*, 153, pp.170–176.

Zhang, W., Xiao, S., Samaraweera, H., Lee, E. J., & Ahn, D. U. (2010). Improving functional value of meat products. *Meat Science*, 86, pp. 15-31.

Páginas WEB

BANSS Germany Meat Technologies. (2014). "Gesamtkatalog". [Disponible en línea].

Disponible en: <http://banss.de/es/#tecnologia-sacrificio-porcino/> [Consultado el día 24-Enero-2014].

Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (CPTS). (2009). "Guía Técnica de Producción más Limpia para Mataderos de Porcinos. Capítulo 3". [En línea].

Disponible en: <http://www.cpts.org/prodlimp/guias/Porcinos/porcinos.htm> [Consultado el día 18-Enero-2014].

Confederación de Porcicultores Mexicanos PORCIMEX. (2013). "Sacrificio Porcino en Rastros TIF". [En línea].

Disponible en: <http://www.cmp.org/estadisticas/analiticos/Sacrificiopor.htm> [Consultado el día 10-Enero-2014].

Confederación de Porcicultores Mexicanos PORCIMEX. (2013). “Top Ten de los Productores de Carne de Cerdo”. [En línea].

Disponible en: <http://www.cmp.org/estadisticas/prodcarneedos.htm> [Consultado el día 10-Enero-2014].

Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO. (2001). “Directrices para el Manejo, Transporte y Sacrificio Humanitario del Ganado”. [En línea].

Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/005/x6909s/x6909s00.htm#Contents> [Consultado el día 12-Enero-2014].

Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO. (1993). “Estructura y Funcionamiento de Mataderos medianos en Países de Desarrollo”. [En línea].

Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/004/t0566s/T0566S01.htm#ch1> [Consultado el día 25-Enero-2014].

Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO. (2012). “Producción y Salud Animal; Proceso de Sacrificio”. [En línea].

Disponible en: http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/slaugh_process.html [Consultado el día 26-Enero-2014].

Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO. (1999). “*Codex Alimentarius* –Higiene de los Alimentos-. Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (HACCP) y directrices para su aplicación”. [En línea].

Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/005/y1579s/y1579s03.htm#bm3> [Consultado el día 26-Enero-2014].

INOCUO TV. La Tv de la Seguridad Alimentaria. (2012). “SENASICA; Reality Semana TIF: Proceso Sanitario de la Obtención de Carne de Cerdo”. [En línea].

Disponible en: <http://inocuo.tv/Web/ItemView.aspx?ID=127> [Consultado el día 20-Enero-2014].

Ministerio de Agricultura y Ganadería; Costa Rica. (2001). “Manejo del Cerdo Post-Sacrificio”. [En línea].

Disponible en:
http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_animal/cerdos_pre_sacrificio.pdf
[Consultado el día 20-Enero-2014].

New Zealand Food Safety: Ministry for Primary Industries. (2009). “Draft Code of Practice: Production of Processed Meats. Part 2: GMP – Hygiene and Sanitation, and Quality Assurance”. [En línea].

Disponible en: <http://foodsafety.govt.nz/elibrary/industry/production-processed-meats-part-2-gmp/draft-cop-processed-meats-part-2-gmp.pdf> [Consultado el día 25-Febrero-2014].

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2009). “Situación Actual y Perspectiva de la Producción de Carne de Porcino en México, 2009”. [En línea].

Disponible en:
<http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Estudios%20de%20situacion%20actual%20y%20perspectiva/Attachments/27/sitpor09a.pdf>
[Consultado el día 15-Enero-2014].

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). (2014). “Directorio de Establecimientos TIF”. [En línea].

Disponible en: <http://www.senasica.gob.mx/?doc=23949> [Consultado el día 28-Febrero-2014].

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). (2014). “Establecimientos Tipo Inspección Federal”. [En línea].

Disponible en: <http://www.senasica.gob.mx/?id=743> [Consultado el día 16-Febrero-2014].

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). (2014). “Supervisión Nacional de Establecimientos”. [En línea].

Disponible en: <http://www.senasica.gob.mx/?id=748> [Consultado el día 19-Enero-2014].

United States Department of Agriculture. Food Safety and Inspection Service. (1999). "Modelo HACCP General para el Sacrificio de Puercos". [En línea].

Disponible en: <http://www.fsis.usda.gov/wps/portal/informational/en-espanol/hojasinformativas/produccion-y-inspeccion/recursos-disponibles-inocuidad-de-los-alimentos/sistemas-de-analisis-de-haccp> [Consultado el día 20-Febrero-2014].

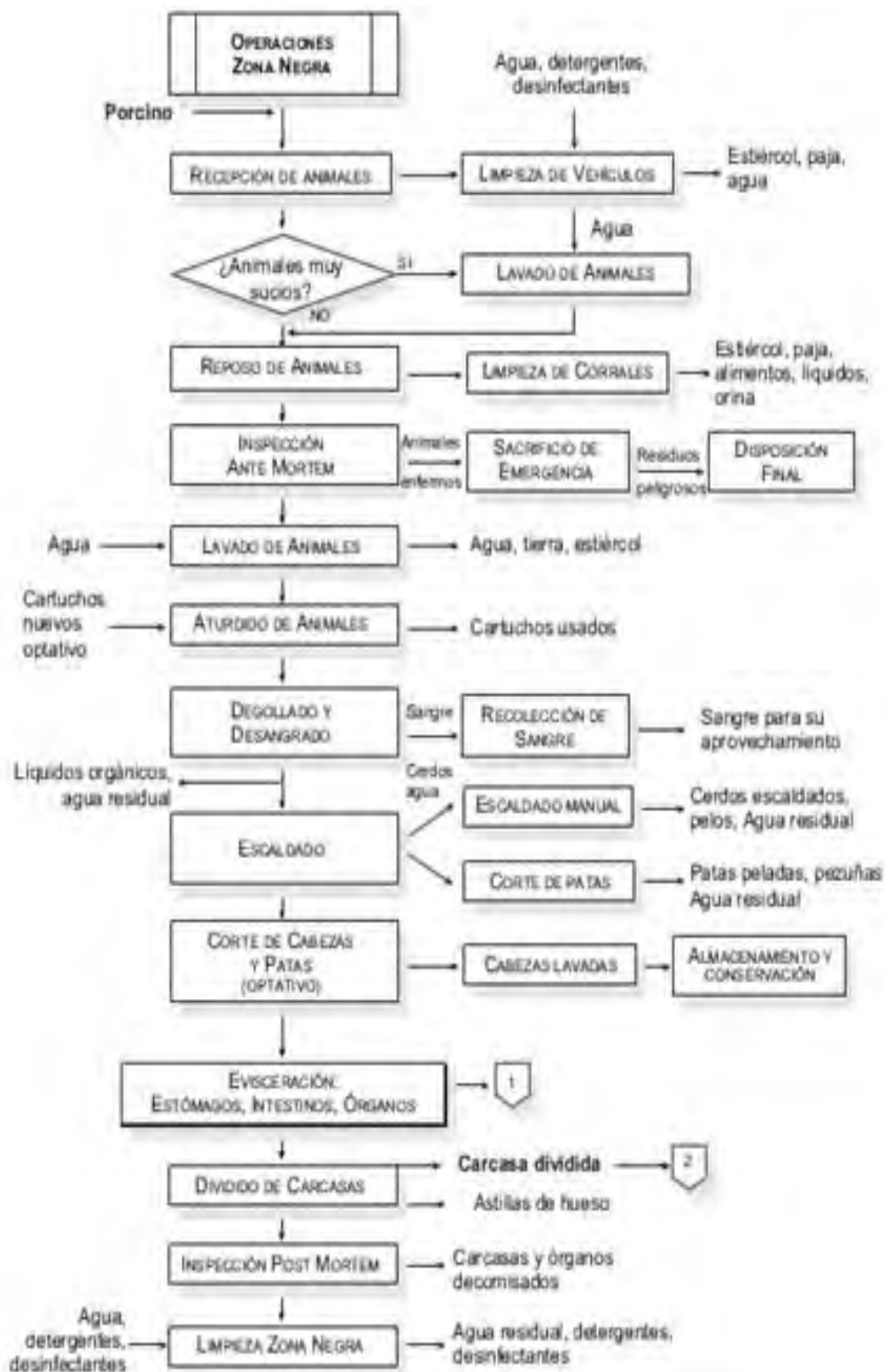
World Organisation for Animal Health (OIE). (2013). "Código Sanitario para los Animales Terrestres, Capítulo 7.5". [En línea].

Disponible en: <http://www.oie.int/es/normas-internacionales/codigo-terrestre/acceso-en-linea/> [Consultado el día 25-Enero-2014].

World Organisation for Animal Health (OIE). (2009). "Control de peligros que amenazan la salud de las personas y de los animales mediante la inspección *ante mortem* y *post mortem* de la carne". [En línea].

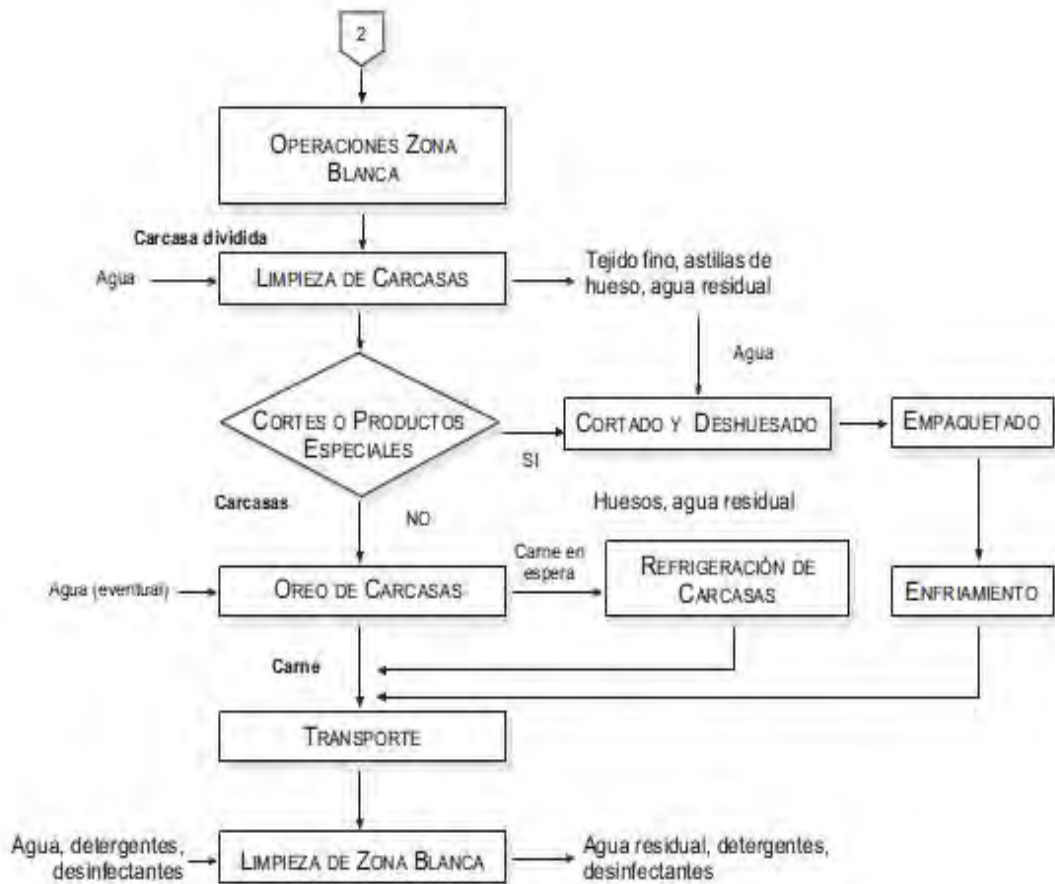
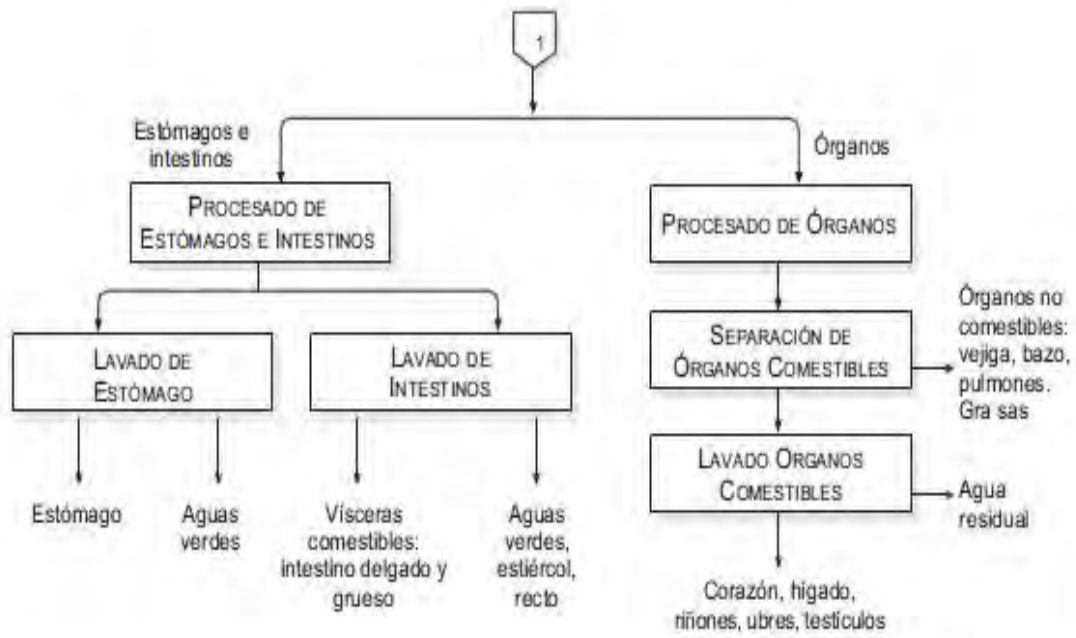
Disponible en: http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Internationa_Standard_Setting/docs/pdf/Control_20de_20peligros_20que_20amenazan_20la_20salud_20de_20las_20personas_20_E2_80_A6.pdf [Consultado el día 22-Febrero-2014].

ANEXO 1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FAENADO DE CERDOS



Fuente: Guía Técnica de Producción más Limpia para Mataderos de Porcinos. (2009)

ANEXO 1. Continuación



Fuente: Guía Técnica de Producción más Limpia para Mataderos de Porcinos. (2009)