

Centro de Investigación en Alimentación
y Desarrollo, A. C.

IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS DE
CONTROL EN EL PROCESO DE SACRIFICIO DE
GANADO BOVINO EN EL ESTADO DE SONORA

POR

ALEJANDRO PEDRAZA BUSH

TESIS APROBADA POR LA
DIRECCIÓN DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS DE
ORIGÉN ANIMAL

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE

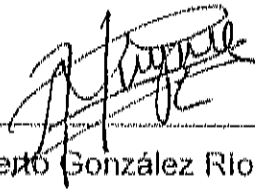
MAESTRIA EN CIENCIAS

HERMOSILLO, SONORA

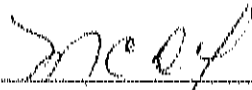
DICIEMBRE, 2004

APROBACIÓN

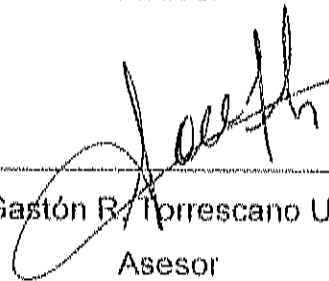
Los miembros del comité designado para revisar la tesis del C. Alejandro Pedraza Bush, la han encontrado satisfactoria y recomiendan que sea aceptada como requisito parcial para obtener el Grado de Maestría en Ciencias.



M. C. Humberto González Ríos
Director de Tesis



Dra. Martha E. Díaz Cinco
Asesor



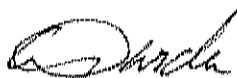
Dr. Gastón R. Torrescano Urrutia
Asesor

Dr. Juan Pedro Camou Arriola
Asesor

DECLARACIÓN INSTITUCIONAL

Se permiten citas breves del material contenido en esta tesis sin permiso especial del autor, siempre y cuando se dé crédito correspondiente. Para reproducción parcial o total de la tesis con fines académicos, se deberá contar con la autorización escrita del director del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. Apartado Postal 1735, Hermosillo, Sonora, C. P. 83000, México.

La publicación en comunicaciones científicas o de divulgación popular de los datos en la presente tesis, deberá dar los créditos al CIAD, previa autorización escrita del manuscrito en cuestión del director de la tesis.



Dr. Alfonso A. Gardea Béjar

Director General

AGRADECIMIENTOS

Al **Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C.**, por la formación científica y técnica a través de las clases impartidas por los doctores e investigadores.

A **Fundación Produce Sonora A. C.** por facilitar mi participación en el proyecto "Cadena productiva de bovino carne", a través del apoyo económico otorgado en la realización de la presente tesis intitulada "Caracterización de puntos críticos de control en plantas de sacrificio de bovino en Sonora".

A **CONACYT** Por la beca otorgada para la realización de mis estudios de maestría en ciencias.

Al **comité de tesis** integrado por la Dra. Martha E. Díaz, Dr. Juan Pedro Camou A. y al Dr. Gastón Torrescano U., por las observaciones bien habidas al presente trabajo. De manera especial el director de tesis M. en C. Humberto González Ríos por aceptarme y compartir la responsabilidad que conlleva esta investigación.

Al **equipo de investigadores del área de desarrollo (CIAD, A. C.)**, que colaboraran en el proyecto "Cadena productiva de bovino carne". M. C. Cristina Taddei, M. A. Jesús Robles.

Al **área de carnes y microbiología**, quienes ayudaron de una u otra forma a la investigación; culminando en la presente tesis, le agradezco a: Dra. Aida Peña, Dra. Natalia F. González, Dra. Armida Sánchez, M. C. Martín Valenzuela, M. C. Libertad Zamorano, y al técnico Germán Cumpido, M. C. Ana Lilia, M. C. Alfonso García, Q. B. Yolanda Núñez H., Q. B. Susana León M.

Agradezco ampliamente a todas aquellas personas que de alguna manera contribuyeron al presente trabajo.

ALEJANDRO PEDRAZA BUSH

DEDICATORIA

A Dios

Por brindarme oportunidad de crecer como persona y profesionalista.

A mis padres

Que me enseñaron los valores con los cuales una persona debe vivir.

A mi madre, quién en todo momento me apoya y me brinda una palabra de aliento para proseguir en el andar de este mundo.

A mi padre, quien sembró en mi la semilla de la investigación, el estudio, el esfuerzo que conlleva esta ardua tarea (Q.P.D.).

A mis hermanos

Quienes siempre me han mostrado su cariño incondicional.

A mi hermano Humberto, de quien he aprendido que con constancia se logran las metas.

A mi hermana Giselle, de quien he aprendido que la vida esta llena de momentos de felicidad.

A mis amigos, familiares y personas especiales

De quienes he aprendido que siempre hay una mano que estrechar y una voz que escuchar.

CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	vi
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS	4
Producción Pecuaria en México	4
Producción de Carne en México y Sonora	5
Tipos de Plantas de Sacrificio Autorizadas por el Gobierno Mexicano	7
Tipo Inspección Federal	7
Municipales	7
Plantas de Sacrificio en Sonora	8
Tipo Inspección Federal	8
Localización	8
Producción	9
Municipales	9
Localización	9
Producción	9
Enfermedades Transmitidas por Alimentos	10
Normatividad para Plantas de Sacrificio y Calidad de la Canal	18
México Calidad Suprema	22
Operaciones en Sacrificio de Ganado Bovino	24
Puntos Críticos en Rastros	33
Sistema de Aseguramiento de Calidad Sanitaria e Inocuidad Alimentaria	36

CONTENIDO (Continuación)

	Página
HACCP	36
Control Total de la Calidad (TQM)	40
Organización Internacional de Normas (ISO)	40
Calidad Sanitaria en Carne de Bovino	41
Microorganismos de Descomposición	42
Microorganismos Indicadores	42
Microorganismos Patógenos	42
MATERIALES Y MÉTODOS	45
Área de estudio	45
Descripción de las Operaciones de Sacrificio de Bovinos y Evaluación de Fallas.	45
Determinación de los Puntos Críticos de Control	47
Evaluación de Fallas en el Proceso de Sacrificio	49
Análisis Estadístico	50
Puntos Críticos de Control	50
Análisis Microbiológico	51
Proceso de Preparación del Material para Muestreo	51
Procedimiento Durante el Muestreo	52
Cuenta de Mesófilos aerobios	53
Coliformes Totales y Fecales	53
<i>Salmonella</i> spp	54
Cuenta de Mohos y levaduras	55
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	56
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	81

BIBLIOGRAFÍA	84
ANEXOS	95

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Tipos de plantas de sacrificio bovino en Sonora.	46
Cuadro 2	Porcentaje de fallas en proceso de sacrificio de bovinos en rastros en Sonora.	57
Cuadro 3	Puntos críticos de Control (PCC) en el proceso de sacrificio de bovinos en cada tipo de rastro en Sonora.	66
Cuadro 4	Carga microbiana en canales de bovino en Puntos Críticos de Control (PCC) en plantas de sacrificio municipales.	73
Cuadro 5	Carga microbiana en canales de bovino en Puntos Críticos de Control (PCC) en plantas de sacrificio Tipo Inspección Federal (TIF).	75
Cuadro 6	Análisis microbiológico en posibles vectores de microorganismos para contaminar las canales en ambos tipos de rastros.	80

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Participación de Sonora en producción de carne de bovino.	18
Figura 2a	Principales vehículos utilizados por los microorganismos.	13
Figura 2b	Identificación de los microorganismos que causaron enfermedades por la ingesta de alimentos contaminados.	14
Figura 2c	Lugares de consumo de los alimentos implicados en la transmisión de enfermedades.	15
Figura 3	Área a realizar el disparo en ganado bovino para asegurar una buena insensibilización.	26
Figura 4	Árbol de decisión para identificar puntos críticos de control.	48

RESUMEN

En busca de mejorar y asegurar la sanidad e inocuidad de la carne disponible en el mercado, la industria transformadora (plantas de sacrificio) de la carne así como instancias gubernamentales, han normalizado e implementado el uso de programas como son las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), los Procedimientos Operativos Estándar de Sanitización (POES) y el Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control (HACCP, siglas en inglés). Sin embargo, y a pesar de todos los esfuerzos realizados, aún queda mucho trabajo por realizar en este sentido. Por lo anterior, la presente investigación tiene como propósito aportar información acerca de la higiene en plantas de sacrificio municipales y Tipo Inspección Federal (TIF) del Estado de Sonora, a través de la caracterización de los puntos críticos de control, tanto de su operación, como de un análisis microbiológico de los mismos. Se realizaron un total de 960 observaciones del proceso de sacrificio de bovinos en rastros municipales (RM) y TIF (RTIF), los cuales fueron seleccionados en base al volumen semanal de sacrificio. Se evaluó el porcentaje de fallas debidas al equipo y a los operarios durante las operaciones de insensibilización, vocalización, desangrado, amarre de recto, descuerado, amarre de esófago, eviscerado, corte de canal y lavado. Se obtuvieron los Puntos Críticos de Control (PCC) para cada tipo de rastro y se realizaron determinaciones microbiológicas de los PCC en tres partes anatómicas de la canal, pecho, cuello y cuarto trasero. Así mismo, en manos del eviscerador y almacenista, en el agua utilizada para el lavado de canales así como el ambiente del área de sacrificio. Los resultados mostraron que los porcentajes de fallas, fueron en general mayores en los RM, debido a la falta de equipo en este tipo de plantas de sacrificio así como la falta de capacitación del personal; por lo que en conjunto se hacen más notorias las deficiencias en comparación a los RTIF. No obstante, se presentan aún, serias deficiencias en RTIF como: amarre de recto, amarre de esófago y corte en canal (92%, 100% y 57% de fallas, respectivamente), las cuales son atribuidas al equipo.

En relación a los puntos críticos de control, en los RM fueron detectados tres PCC, siendo el amarre de recto (PCC1), evisceración (PCC2) y lavado (PCC3); mientras

que en los RTIF fueron: t. viscosum (PCC 1) y lavado (PCC2). Posteriormente se analizó microbiológicamente cada PCC obteniéndose en los RM cuentas totales de coliformes totales y focales con valores alrededor de 11.1 NMP/inl. Se encontró *S.aureus* spp en la parte anatómica del cuello en el PCC2 de RM, Es importante destacar que, las cuentas de mesófilos aerobios fueron altas, oscilando en promedio en 19,415 ufc/ml en RM; por otro lado, las cantidades observadas de hongos y levaduras estuvieron en valores promedio de 75 ufc/inl en RM. En el caso de las manos del viscerador, tanto en RM como en RTIF, presentaron cuentas más elevadas de microorganismos que en los puntos anatómicos de las canales. El agua de lavado en el RM y RTIF no presentó ningún tipo de microorganismo. En base a lo anterior se concluye, que existen fallas importantes en el proceso de sujeción en ambos tipos de rustros. Sin embargo, los RM se encuentran en desventaja debido a la falta de tecnología, así como la implementación de programas de capacitación al personal, falta de implementación de la verificación continua y el cumplimiento de las normas oficiales en los rustros de Sonora.

INTRODUCCIÓN

Las Enfermedades de Transmisión Alimentaria (ETA) son un problema de salud pública cada vez mayor. Los seres humanos pueden introducir microorganismos patógenos en los alimentos durante la producción, procesamiento, distribución y/o preparación de los mismos (Knabel, 2003). Por ello, la seguridad alimentaria es una condición crítica en los brotes de enfermedades producidas o transmitidas por los alimentos (Kenneth *et al.*, 1999). Actualmente, la seguridad alimentaria ha tomado un enfoque “de la granja a la mesa” para reducir los peligros; donde se considera cada paso de la cadena productiva, desde la materia prima hasta el consumidor (OMS, 2002).

Se han tenido avances significativos en inocuidad alimentaria gracias a los esfuerzos de muchos países, en los cuales han estado involucrados tanto sus gobiernos, productores, como de consumidores. Sin embargo, algunos países pretenden regular la inocuidad de los alimentos en base a definiciones legales, sanciones y cumplimiento de normas; pero ello es incapaz de responder a situaciones imprevistas y desafíos existentes así como emergentes, en seguridad e inocuidad alimentaria (OMS, 2002).

En la actualidad, los problemas patológicos ocasionados por intoxicación con alimentos contaminados, representa un problema de salud pública en México. No obstante, ante la apertura comercial iniciada en 1986, al ingresar al Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT), los instrumentos de regulación sanitaria han ido modernizándose en un afán de hacer más eficientes las acciones destinadas al cuidado de la salud de la población y coadyuvar en una mayor competitividad de nuestros productos y servicios (Mercedes, 1994). En los últimos años, se han creado instituciones como el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, SENASICA, con el fin de tener la responsabilidad de sanidad vegetal, animal, inspección fitosanitaria y zoonosológica, inocuidad agroalimentaria y calidad agropecuaria en el territorio nacional.

En el caso de la industria de la transformación de la carne, las plantas de sacrificio que operan actualmente en nuestro país son de tres tipos: clandestinas, municipales y tipo inspección federal (TIF), estas últimas generalmente son privadas. Se han estimado que existen 1,150 rastros municipales, de los cuales solo 90 cumplen con los requerimientos para el proceso y manejo de la carne, y el resto presenta una infraestructura de más de 50 años, operando en condiciones no óptimas en seguridad e higiene (FIRA, 1999).

La infraestructura, materiales, equipamiento y equipo técnico sólo son un factor a considerarse en la calidad, higiene y vida de anaquel de la carne, así como sus derivados; todo ello dependiendo fundamentalmente del proceso de sacrificio (De la Cruz 1988). La implementación de sistemas para mejorar la calidad sanitaria en rastros ha permitido conocer programas de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), Programa de Operaciones Estándar (POES) y Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control (HACCP, siglas en inglés) para mejorar y asegurar la sanidad e inocuidad en la carne.

A pesar de todos los esfuerzos realizados hasta el momento, aún queda mucho trabajo por realizar en este sentido, ya que por una u otra razón los rastros no implementan en 100% los sistemas para mejorar la calidad sanitaria. Por lo anterior, la presente investigación tiene como propósito aportar información acerca de las plantas de sacrificio municipales y TIF del Estado de Sonora, a través de la caracterización de los puntos críticos de control, tanto de su operación, como de un análisis microbiológico de los mismos.

OBJETIVOS

Objetivo General

Caracterizar los puntos críticos de control que pueden afectar la calidad sanitaria de las canales, en plantas de sacrificio Tipo Inspección Federal (TIF) y municipales en el estado de Sonora.

Objetivos Específicos

- Evaluar en forma descriptiva el método de sacrificio en rastros Tipo Inspección Federal y municipales del Estado de Sonora.
- Identificar dentro de las operaciones de sacrificio, los puntos críticos de control en rastros Tipo Inspección Federal y municipales para ganado bovino.
- Cuantificar la carga bacteriana, microorganismos indicadores en puntos críticos identificados e identificar la presencia de *Salmonella* spp.

ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

Producción Pecuaria en México

La producción pecuaria ha sido por años y es en la actualidad un medio de comercio importante para el país. A través del tiempo, el crecimiento demográfico y ha obligado a innovar esta industria para incrementar su producción. El tipo de ganado que se explota principalmente en México es el bovino, porcino y avícola, principalmente el pollo. En la explotación de bovinos para carne, los productores tienen como objetivo, primordial la obtención de carne de calidad, para ser incluida en la alimentación humana. Sin embargo, la cantidad y variedad de especies utilizadas para abasto de carne, no satisface la demanda, debido a varios factores, siendo la causa principal la falta de conocimiento e infraestructura en la explotación de ganado bovino, además de factores económicos (Berlijn *et al.*, 2001).

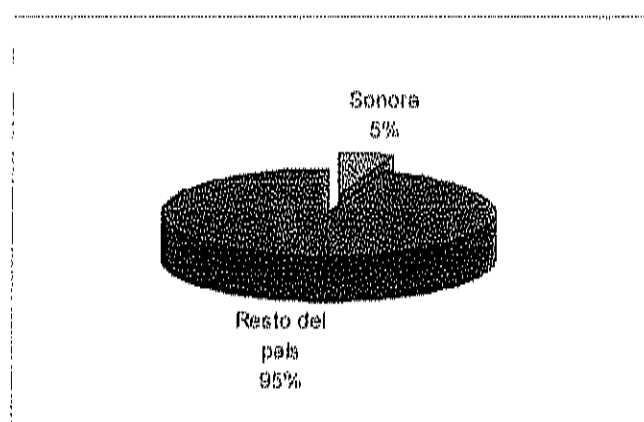
A nivel nacional, al principio de los noventa la producción de ganado bovino era mayor que la producción de cerdo y pollo. En 1996 se presentó un descenso en este tipo de ganado (de un millón seiscientos mil cabezas a medio millón de animales) y un incremento en la producción y consumo de pollo, el cual mostró una tendencia al alza (<http://www.sagarpa.gob.mx>). Lo anterior podría obedecer en parte, a la práctica de la exportación de ganado en pie (becerros), que la mayoría de los ganaderos de los estados del norte de México efectúan, siendo como su principal fuente de ingreso (Sistema de Información Comercial de México de la Secretaría de Economía y Administración General de Aduanas/SHCP 2001 citado en <http://www.sagarpa.gob.mx>). Las empresas dedicadas a la engorda han disminuido, su actividad empresarial, presentándose como causa principal los costos que conlleva esta actividad pecuaria. A pesar de lo anterior, se han realizado importaciones de animales en pie, con el fin de mejorar la genética en los hatos ganaderos, ya que se está buscando incrementar tanto el rendimiento por animal en la transformación de músculo a carne como su calidad (<http://www.sagarpa.gob.mx>).

El sector agropecuario ha experimentado cambios estructurales en la última década. Desde la apertura comercial con los Estados Unidos y Canadá, se ha importado carne de estos países, lo anterior ha intensificado la competencia entre productores nacionales y regionales en mejoras genéticas en sus hatos e infraestructura de sus ranchos. La demanda de carne de res se está orientando a productos diferenciados y de valor agregado, obligando a una mayor integración de la cadena productiva e incentivando estrategias (SAGARPA, 2003).

Producción de carne bovino en México y Sonora.

La disponibilidad per cápita de carnes se sustenta en la estimación del Consumo Nacional Aparente (CNA), ésta es una forma de medir la cantidad de producto que dispone un país para su consumo. La estimación de la CNA considera la producción nacional, las importaciones de ganado para abasto (convertidas a carne en canal), los canales y cortes, así como las exportaciones de ganado para abasto (convertidas a canal), carne en canal y corte. En tanto, la disponibilidad per cápita considera la población humana definida por el INEGI y el Consejo Nacional de Población. El término disponibilidad se considera más adecuado que el consumo, ya que ésta cantidad no indica que sea lo que realmente es consumido por los mexicanos, la cual varía de acuerdo al estrato económico, las preferencias del consumidor y a la edad de los mismos entre otros factores. Teniendo un promedio de disponibilidad de carne bovino en México de 15.24 kg por habitante/año en el periodo de 1990 al 2001 (www.sagarpa.gob.mx).

La producción de carne bovino sonoreNSE, de acuerdo a la figura 1; aportó al país en los últimos 13 años (1990-2002) 920,344 mil toneladas de carne representando el 5% del total de la producción nacional, ello constituye para el estado 70,796 mil toneladas en promedio por año.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1. Participación de Sonora en producción de carne de bovino.

Las entidades federativas con mayor participación en la producción de este tipo de carne son: 1º Veracruz, 2º Jalisco, 3º Chiapas y conteniendo la cuarta posición esta Sonora y Chihuahua.

La importancia de Sonora en cuanto a producción de ganado y de carne, estriba en las instalaciones existentes que ha permitido una integración desde la producción ganadera hasta la obtención de carne y productos cárnicos de alta calidad. Ello a través de una integración de la producción con la infraestructura de rastros TIF, salas de corte y red de frío, aunado al sistema de clasificación que impera en el Estado. Sin embargo, la crisis económica de finales de los ochentas y principios de los noventas minaron a la industria de la carne sonorenses, en la actualidad enfrenta el reto en base a la relocalización de mercados donde la calidad es privilegiada contra el factor precio (Taddei y Robles, 2003).

Las normas de calidad para la carne de bovino se han aplicado desde 1971, a través del “Acuerdo del Servicio de Clasificación y Especificaciones de Ganado y Carnes para el Estado de Sonora” (FIRA, 1999). Actualmente se está buscando la calidad sanitaria en las plantas de sacrificio autorizadas; reforzando así el prestigio y la aceptación de la carne producida por el ganado sonorenses (FIRA, 1999).

Tipos de Plantas de Sacrificio Autorizados por el Gobierno Mexicano

La infraestructura industrial para el procesamiento de ganado bovino en México, debido al nivel tecnológico, han sido autorizados por el gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, diferentes tipos de plantas de sacrificio, las cuales se clasifican en dos tipos de instalaciones: a) las municipales y b) las de tipo inspección federal (TIF). Es en estos lugares donde el músculo experimenta su transformación a carne, ocurriendo cambios los cuales abarcan tres estados: pre rigor, rigor y post rigor, los cuales afectan directamente la calidad de la carne (FIRA, 1999).

Tipo Inspección Federal (TIF)

Son plantas o establecimientos autorizados para el sacrificio de los animales que poseen una inspección federal. A este tipo de establecimientos se les denomina tipo inspección federal (TIF). Pueden ser administrados por personas físicas o morales de carácter privado u otro, y son supervisados por médicos veterinarios zootecnistas (MVZ) pertenecientes a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Los rastros TIF procesaron alrededor de 1.32 millones de cabezas/año de ganado bovino sacrificados en nuestro país (FIRA, 1999).

Municipales

Este tipo de plantas o establecimientos, fueron contemplados en la Constitución Política Mexicana, siendo éstas establecidas para asegurar el abasto higiénico de carne a la población, por lo que cada municipio debe de contar con su rastro. Se estima que actualmente existen aproximadamente 1,150 rastros municipales; sin embargo, menos del 8% cumplen con los requisitos actuales para el proceso y manejo higiénico de la carne y están supervisados por la SSA (FIRA, 1999).

Plantas de Sacrificio de Ganado en Sonora

En Sonora se cuenta con plantas de sacrificio, conocidos como rastros entre los introductores, engordadores y público en general. Estos edificios han sido construidos en distintas épocas, siendo más antiguas las municipales y en los últimos años se han construido rastros Tipo Inspección Federal. Cabe mencionar, la existencia de mataderos los cuales están ubicados principalmente en la sierra sonorense, sin embargo, estos tienen poco ganado bovino a sacrificar, en igual circunstancia algunos rastros municipales.

Tipo Inspección Federal

Sonora tiene cuatro rastros tipo TIF en donde se concentra la mayor cantidad del sacrificio de ganado bovino en el Estado. En este tipo de rastros los costos por animal sacrificado están por arriba del ofrecido por los rastros municipales. Principalmente quienes hacen uso de este tipo de instalaciones, son engordadores del Estado, los cuales ya ostentan una calidad en sus productos y quieren ampliar el atributo de sus marcas a través de sacrificios más humanitarios e higiénicos.

Localización. Las plantas TIF se concentran en zonas de mayor producción pecuaria en distintos municipios de Sonora, al norte del Estado en el municipio de como Caborca, identificado como TIF 228, sacrifica principalmente ganado bovino de la asociación de CEDASA y a productores externos. Al sur en el municipio de Cajeme se encuentra el rastro TIF 67 el cual es de carácter privado pero se enfoca a maquilar el sacrificio a productores de la región sur del estado. Hermosillo cuenta con dos plantas de este tipo, la municipal que es el TIF 70, y el cual atiende al público en general, y el rastro TIF 62 de la empresa Genpro, que es de carácter privado, pero da servicio al que lo solicita.

Producción. De acuerdo a SAGARPA y al Departamento de establecimientos TIF, los rastros TIF de Sonora procesaron 88,281 canales de bovinos en 1997, y para el año 2000 la producción fue de 96,764 canales, presentando un incremento del 9.6 % en solo 4 años.

Municipales

Los municipios de Sonora cuentan con un rastro municipal, donde los pequeños productores de ganado bovino, llevan posteriormente sus animales a sacrificar. Generalmente se comercializan en la entidad y se destinan a carnicerías locales o al mercado municipal, sin embargo, estos son un centro de compra-venta de canales por dueños de carnicerías o tablajeros. Los costos del sacrificio son bajos, debido a un equipo deficiente al igual que la infraestructura, repercutiendo en la calidad sanitaria de la carne que producen.

Localización. Los municipios más importantes en el sacrificio de ganado bovino son Cajeme y Guaymas, a pesar de ello, éste último fue clausurado por cuestiones higiénicas, políticas y económicas, quienes sacrificaban ahí se han visto en la necesidad de trasladar al ganado a sacrificar a Cd. Obregón, Hermosillo y una pequeña parte ha optado por sacrificar en Empalme.

Producción. La asociación mexicana de engordadores de ganado (AMEG) ha reportado que el sacrificio correspondiente a 1997 fue de 78,994 animales; mientras que para el año 2000 el número de animales sacrificados en este tipo de rastros fue de 62,746.

Enfermedades Transmitidas por Alimentos

Las bacterias se encuentran en forma natural en nuestro ambiente, pero no todas las bacterias causan enfermedades a los seres humanos, incluso algunas de ellas son utilizadas en la industria de los alimentos en la elaboración de diversos productos. Las bacterias causantes de enfermedades se denominan bacterias patógenas. Cuando ciertas bacterias de este tipo invaden los alimentos, éstas pueden producir intoxicaciones e infecciones alimentarias. Millones de casos de intoxicación alimentaria ocurren cada año y la mayoría de éstos pudieron haberse prevenido. Se debe tomar en cuenta que la edad y la condición física hacen que algunas personas corran mayor riesgo. Dentro de la población los niños muy pequeños, las mujeres embarazadas, los ancianos y las personas con el sistema inmunológico débil (USDA, 2001).

Las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) son causadas por el consumo de agua o alimentos contaminados con microorganismos patógenos o sus toxinas (Frazier, 2000). La contaminación en los alimentos puede ser endógena o exógena. Por tanto, el agente etiológico debe existir en los animales, vegetales o medio ambiente donde se almacena, maneja o procesa el alimento (Lawrie, 1977). La contaminación de los alimentos por microorganismos generalmente en pequeñas cantidades, encuentra las condiciones para sobrevivir y multiplicarse hasta alcanzar niveles que se consideren infectantes o hayan producido toxinas; causando enfermedades, las que generalmente son de tipo gastrointestinal (Lawrie, 1998; Frazier 2000; USDA, 2001).

Patógenos importantes en alimentos que se pensaban no proliferaban se han aislado en alimentos. Algunos han mostrado resistencia al procesamiento y almacenamiento que anteriormente se consideraban seguros, ha preocupado a la industria alimentaria. Algunos países industrializados han observado un incremento en la incidencia de enfermedades causadas por alimentos; reflejándose en los sistemas de

vigilancia epidemiológica la magnitud del problema. En los Estados Unidos, la CDC (Centro para el Control de Enfermedades de Atlanta) registró 2,397 brotes de ETA para el periodo 1983-1987. Por otro lado, el Centro de Vigilancia de Enfermedades Trasmisibles del Reino Unido (CDSC) informó en 1989 un incremento en infecciones causadas por *Salmonella spp* y *Campylobacter*. A través de estos sistemas de información se han cuantificado las pérdidas económicas llegando a costos por el orden de 9 billones de dólares anuales estimado solamente en Estados Unidos (Swaminathan y feng, 1994; Kennenth *et al.*, 1999; Billy, 2002).

La Organización Panamericana de Salud menciona, que éste tipo de enfermedades imponen una carga económica, no solo a los sistemas de salud pública sino también a las personas afectadas y sus familias, como también a la industria, especialmente la turística y comercial. En países subdesarrollados, las enfermedades gastrointestinales constituyen la principal causa de morbilidad y mortalidad (Parrilla *et al.*, 1993). Las ETA ocurren diariamente en todos los países, la mayoría de los casos no son notificados por lo cual se desconoce la verdadera dimensión del problema, con frecuencia los esfuerzos y apoyos necesarios para la identificación e implementación de soluciones fracasan (OMS, 2002).

Por lo anterior, la Organización Mundial de Comercio (OMC) ha enfatizado la importancia en las normas del Codex en cuanto a inocuidad, ya que están basados en evaluaciones científicas; la naturaleza y grado de los riesgos microbiológicos, químicos o físicos son dilucidados mediante datos científicos (OMS, 2002).

En México a través de diferentes instituciones de salud se notificaron un total de 2'076,343 casos de enfermedades en 1989. De éstos se identifico el patógeno en 96,902 casos, de los cuales 72,754 corresponden a *Salmonella spp*. También ocurrieron 30,899 intoxicaciones alimentarias no específicas y 1'948,542 casos de infecciones intestinales (Parrilla *et al.*, 1993).

La Organización Mundial de la Salud, diseñó para los países Latinoamericanos el Sistema de Información Regional para la Vigilancia de las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (SIRVETA) coordinado por el inppaz. En la Figura 2a, 2b y 2c se muestra la información recabada de 1998 al 2001 (OMS, 2002).

Los expertos en seguridad e inocuidad aseguran que el 75% de las enfermedades transmitidas por alimentos se debe al mal manejo, por lo cual estas pueden ser prevenidas por el sector productivo al implementar sistemas de seguridad sanitaria (Kennenth *et al.*, 1999). Para lograr esto, las empresas necesitan apoyarse en el área microbiológica, donde se realizan análisis de los alimentos para asegurar la calidad higiénica del producto. Además deben implementar un plan de muestreo que abarque desde la materia prima hasta el producto terminado y generar de esta manera una base de datos con fundamentos estadísticos (Teitelbaum, 2002).

Para minimizar o eliminar la presencia de microorganismos, en especial los patógenos en alimentos, se han diseñados prácticas sanitarias (Cliver, 1991). Esto ha permitido abrir nuevos canales y formas de comercio internacional debido a las exigencias de los gobiernos, aumentando así la protección a la salud pública (Del Baglivi *et al.*, 1979). Debido a que los riesgos de peligros microbiológicos constituyen un problema, se han realizando estudios científicos en los que se incluyen información cuantitativa y cualitativa, éstos son importantes para como marco en el establecimiento e implementación de normas jurídicas y sanitarias, así como directrices para la implementación de inocuidad (CAC/GL, 1999).

Alimentos implicado en los 2.676 brotes de enfermedades transmisibles
 por los alimentos en los Estados Unidos, 1998-2001

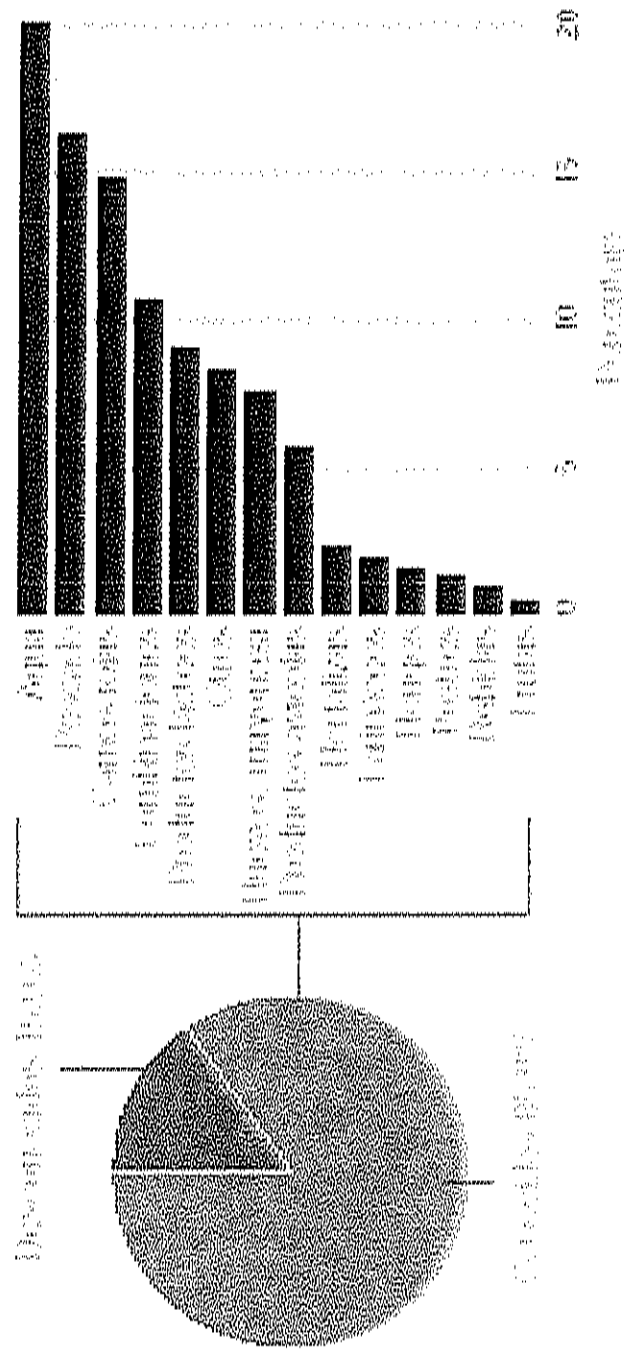


Figura. 2ª Principales vehículos utilizados por los microorganismos.

Causas de los 2.575 brotes de enfermedades transmitidas por los alimentos en las Américas, 1999-2001

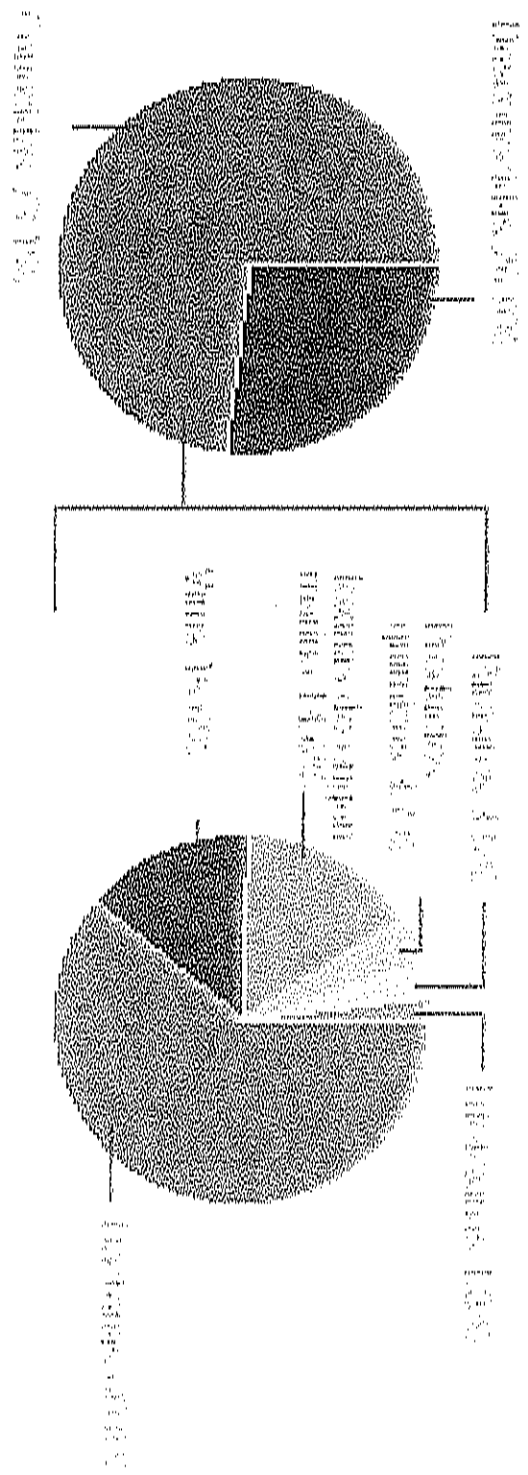


Figura 2b Identificación de los microorganismos que causaron enfermedades por la ingesta de alimentos contaminados.

Lugares donde se consumieron los alimentos implicados en los 2.575 brotes de enfermedades transmitidas por los alimentos, 1959-2001

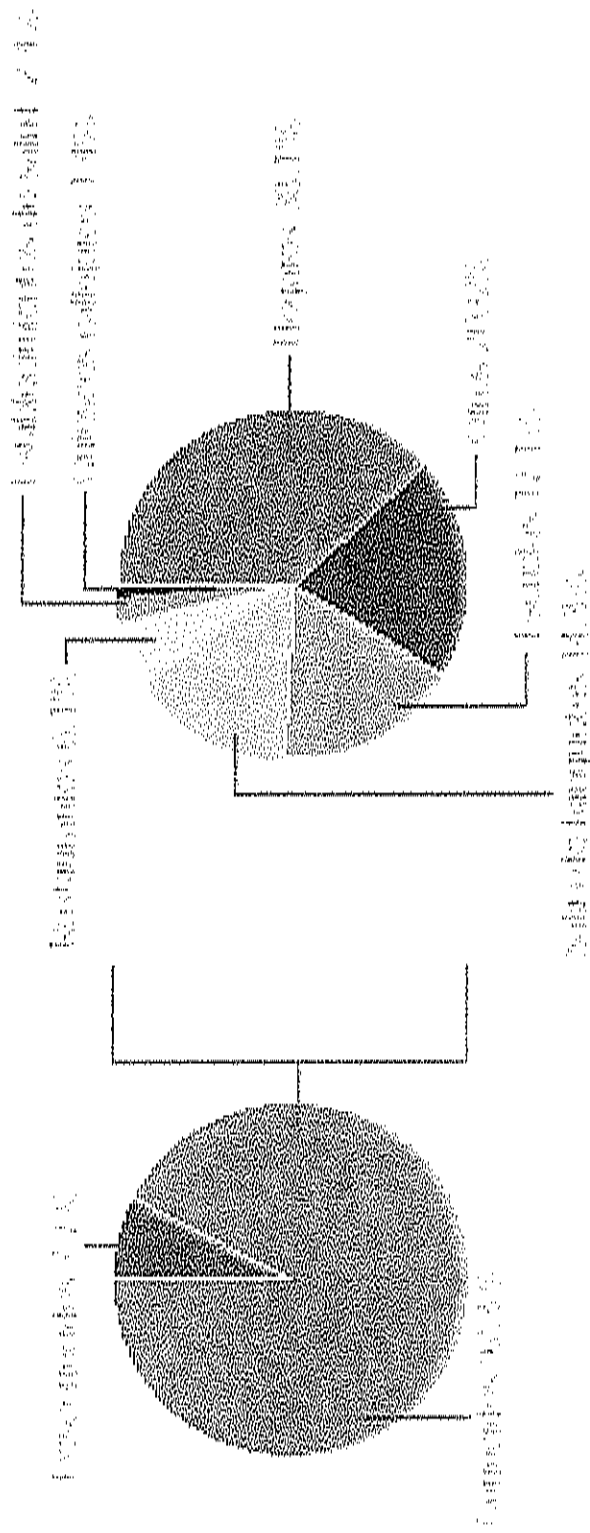


Figura 2c Lugares de consumo de los alimentos implicados en la transmisión de enfermedades.

Como ya se mencionó, los alimentos son una fuente potencial en la transmisión de enfermedades, porque son los vehículos idóneos para los microorganismos para llegar al humano (Cliver, 1991). La industria cárnica no queda exenta de esta problemática, a pesar de la implementación tecnológica y automatización de la misma. La obtención de la materia prima principal que es la carne es el punto más crítico ya que el proceso de sacrificio fundamentalmente es manual, debido a la utilización de cuchillos, ganchos, sierras, etc., además de involucrar una gran cantidad de personas (Teitelbaum, 2002). Sin embargo, durante la cadena productiva hay contaminación adicional, como lo es el sistema de transporte sanitario, las carnicerías y en las casas particulares por los recipientes utilizados (Lawrie, 1998; Frazier *et al.*, 2000).

La mayor contaminación se presenta antes y durante el sacrificio del ganado, ya sea por medio de la piel de los animales, suciedad que las impregnan, contenido gastrointestinal, aire, agua, utensilios o personal que ahí labora (Lawrie, 1977; Frazier *et al.*, 2000). Por otro lado, el ganado es reservorio natural de ciertos microorganismos que en ellos son simbióticos, pero son causantes de enfermedades en los humanos, como lo es la *Salmonella* spp. Esta bacteria representa un problema higiénico importante porque potencialmente es capaz de contaminar canales, operarios y el ambiente durante la faena y desollado (Del Baglivi, 1979). Por lo anterior las carnes dejan ser estériles al momento que los animales son sacrificados (USDA, 2001), afectando así negativamente a las etapas subsecuentes a la matanza, como almacenamiento, comercialización y preparación culinaria (Zelege *et al.*, 1996). Aunado a lo anteriormente descrito, el manejo de las canales tibias ofrecen un oportunidad para una rápida proliferación de bacterias patógenas, ya que los microorganismos pueden llegar durante el proceso de descuerado y evisceración (Gill *et al.*, 1991).

Debe tomarse en cuenta que el sistema de matanza en las plantas de sacrificio ha mejorado, a pesar de ello, muchas premisas distan todavía de los estándares ideales, así como en la cadena productiva. Los rastros difícilmente pueden ser lugares limpios; sin

embargo, una construcción adecuada de la planta y aplicación de buenas prácticas, pueden contribuir a reducir los riesgos de contaminación y desarrollo bacteriano (Webb, 1966).

Por diversas vías, los microorganismos pueden llegar al músculo procedente del sacrificio y durante el mismo. Por ejemplo, en animales vivos en el intestino grueso pueden existir 33×10^{12} bacterias viables. Esto presenta un riesgo potencial zoonosario por la posible invasión a diversos tejidos y órganos vía sanguínea (bacteremia). Sin embargo se ve impedido por la membrana mucosa del tracto digestivo, por anticuerpos que aglutinan a las bacterias (los anticuerpos son gammaglobulinas que se forman en sangre como respuesta a invasiones por microorganismos) y por células del sistema retículo endotelial, fagocitando bacterias (estas células se encuentran en los nódulos linfáticos, en sangre e incluso en los propios tejidos). Existe un equilibrio que se puede alterar entre la invasión y destrucción de los microorganismos invasores. La fatiga de los animales, el ayuno prolongado e incluso la ingesta de alimento favorecen la invasión de las bacterias intestinales vía corriente sanguínea (Lawrie, 1998).

Por lo anterior el proceso de sacrificio es importante, ya que puede presentarse una degradación de la mucosa intestinal. Además hay presentes otras fuentes potenciales de contaminación como en el desangrado donde al utilizarse cuchillos contaminados y al seccionar los vasos sanguíneos se introducen los microorganismos presentes en la piel del animal, produciéndose la bacteremia e infección de tejidos. Se ha empleado por procedimiento agua a presión para eliminar la sangre, pero produce un aspecto desagradable conocido como "bloom", por la captación de agua del tejido conectivo. Ello puede evitarse con la aspersión de agua caliente (43°C) y desecación; sin embargo, las bacterias son capaces de multiplicarse en agua tibia, debiéndose tomar las precauciones de no dejar bolsas de humedad (Lawrie, 1998).

La carga microbiana en la superficie de las canales durante el sacrificio contiene más del 99% de bacterias viables a temperatura ambiente (20° C). El porcentaje de levaduras y mohos viables a -1° C fue mayor que las bacterias a 20° C. Los microorganismos encontrados fueron: *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Escherichia coli*, *B. proteus*, *Staphylococcus albus*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium welchii*, *Bacillus cereus* y estreptococos fecales, sin embargo, hay microorganismos que no se tenían registros que causaran enfermedades en el humano como *Escherichia coli O157:H7*, *Listera monocytogenes* (Lawrie 1977; Knabel, 2003).

Normatividad para Plantas de Sacrificio y Calidad de la Carne (Normas Oficiales Mexicanas)

La inocuidad de la carne y la salud de los animales de abasto son componentes esenciales para el desarrollo sostenible, particularmente porque contribuyen a la salud pública, la seguridad alimentaria y la protección del medio ambiente. De ahí el interés del Gobierno Federal en buscar e implementar los mecanismos que garanticen la obtención de alimentos seguros. Para ello se han implementado diferentes Normas que regulan los aspectos relacionados con la obtención, comercialización y seguridad de la carne.

Entre las instancias que vigilan el cumplimiento de dichas Normas son, en nuestro país, la Secretaría de Salubridad y Asistencia (SSA) y la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) a través del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA).

A continuación se mencionan las Normas Oficiales Mexicanas, que deben observarse en el proceso de sacrificio de ganado.

Ante mortem

NOM-033-ZOO-1995. Especifica los métodos de insensibilización y sacrificio de animales, para disminuir el sufrimiento, la tensión y miedo.

NOM-051-ZOO-1995. Especifica las características del vehículo a utilizar en el transporte del ganado, así como las condiciones a cumplirse durante la transportación para evitar estrés en los animales.

NOM-054-ZOO-1996. Establece medidas restrictivas de cuarentena para los animales en función al riesgo zoonosario, ya sea durante el traslado o una zona geográfica específica.

NOM-058-ZOO-1999. Especifica las características de los puntos de revisión zoonosario, así como el equipo e instalaciones para el efecto de verificación de animales, sus productos y subproductos.

NOM-064-ZOO-2000. Establece la clasificación de los medicamentos para tratamiento de enfermedades de animales, evitando el uso indiscriminado, por que es un factor de afecciones secundarias en la salud de los animales y una posible repercusión en la salud pública.

Post mortem

NOM-004-ZOO-1994. Se refiere al control de residuos tóxicos, límites máximos permisibles y procesamiento de muestreo en grasa, hígado y músculos de bovino. Es de observancia obligatoria para asegurar a la población el suministro de alimentos de origen animal sanos e inocuos y pretende generar mayor confianza en la comercialización para el consumo nacional y exportación.

NOM-008-ZOO-1994. Contiene las especificaciones para la construcción y equipamiento de establecimientos para el sacrificio de animales y los dedicados a la industrialización de productos cárnicos.

NOM-009-ZOO-1994. Establece las condiciones de calidad higiénico-sanitaria que deben cumplir los establecimientos destinados al sacrificio e industrialización, proceso, empaque y refrigeración de productos y subproductos cárnicos de origen animal para consumo humano.

NOM-010-ZOO-1995. Contiene la metodología para la determinación de metales pesados por medio de espectrometría de absorción atómica, cuantificándose cobre, plomo y cadmio en hígado, músculo y riñones en ganado bovino, equino, porcino, como subproductos para consumo humano.

NOM-011-ZOO-1994 Se refiere a la determinación de sulfonamidas por medio de cromatografía densitométrica, en hígado y músculos de ganado bovino, equinos, porcinos ovinos y aves.

NOM-014-ZOO-1994. Establece las condiciones para la determinación por medio de cromatografía de gases, el cloranfenicol presente en el músculo de ganado bovino, equino, porcino, ovinos y aves.

NOM-015-ZOO-1994. Establece la metodología por espectrometría de absorción atómica, para el análisis de arsénico en hígado, músculo y riñones de bovinos, equinos, porcinos, ovinos y aves con el fin de no poner en riesgo la salud del consumidor.

NOM-016-ZOO-1994. Se refiere al análisis por medio de espectrometría de absorción atómica, para determinar el nivel de mercurio presente en el hígado, riñones y músculos de ganado bovino, equino, porcino ovinos y aves destinados al consumo humano.

NOM-017-ZOO-1994. Establece las condiciones en el análisis de bencimidazoles por cromatografía de líquidos de alta resolución en hígado y músculos de ganado bovino, equino, porcino, ovino y aves destinados al consumo humano.

NOM-020-ZOO-1995. Especifica las condiciones para realizar la cuantificación de ivermectinas por cromatografía de líquidos de alta resolución en hígado de bovinos, equinos, porcinos, ovinos y aves para consumo humano.

NOM-021-ZOO-1995. Establece la metodología para el análisis de plaguicidas organoclorados y bifenilos policlorados en grasa de bovinos, equinos, porcinos, ovinos y aves, por cromatografía de gases.

NOM-030-ZOO-1995. Establece las especificaciones y procedimientos para la verificación de carne, canales, vísceras y despojos que estén importándose y tengan como destino final al mercado para consumo humano.

NOM-EM-006-SSA1-2002. Hace referencia a las especificaciones microbiológicas para productos procesados en establecimientos dedicados al sacrificio, faenado de ganado que estén destinados al abasto, corte, deshuese, envasado, almacén y expendio de los productos destinados al consumo humano.

NOM-120-SSA1-1994. Establece las prácticas de higiene y sanidad en todas aquellas industrias que procesen y manipulen alimentos que sean destinados a consumo humano.

PROY-NOM-194-SSA1-2000. Se refiere a las especificaciones sanitarias, equipo e instalaciones, así como los procedimientos para el faenado de animales para abasto.

PROY-NOM-210-SSA1-2002. Establece la metodología para determinar bacterias aerobias, coliformes, mohos, levaduras y toxinas en alimentos destinados a consumo humano.

México Calidad Suprema

En general los sectores agroalimentarios ofertan una amplia gama de productos alimenticios como frutas, hortalizas, leche, carnes, pescados, etc., con diferencias en autenticidad y originalidad. Esta variabilidad en productos, precios, calidad se debe a circunstancias sociales, culturales y disponibilidad de recursos naturales. Los cuales en el entorno de globalización económica, política, social y ambiental, una marca desarrolla un importante eslabón integrador con el mercado, ya que los gustos y preferencias de los consumidores se orienta cada vez más a la información sobre el origen y el proceso de elaboración de los alimentos (México Calidad Suprema, 2002).

Se han identificado tres aspectos de “México Calidad Suprema”, quedando supeditado a aquellos cárnicos, de bovinos sacrificados en plantas TIF y conservados en frigoríficos TIF:

- La calidad como resguardo de inocuidad, esto es que no cause daño a la salud de las personas que lo consumen, lo que corresponde al nivel básico que debe cumplir un producto alimenticio.
- La calidad nutricional referida a satisfacer la necesidad del organismo en términos de energía y nutrientes tomando una importancia preventiva de una dieta saludable o equilibrada.
- La calidad definida por sus atributos organolépticos.

La marca “México Calidad Suprema”, propiedad del Gobierno Federal supedita a productos mexicanos de cualquier índole (principalmente agroindustriales), ello con el objeto de garantizar su calidad respecto a sus cualidades, propiedades y naturaleza, fomentando la adopción de parámetros de seguridad. Esta marca obedece a la apertura comercial de México, presentándose nuevas realidades, como la demanda de un consumidor cada vez más exigente, visualizándose nuevas oportunidades y retos en la producción de un alimento seguro, sano e inocuo para el mercado nacional e internacional.

A través de la cadena de producción de carne bovino, hay diferentes actividades, como la movilización, alimentación y finalización del ganado. Así como su procesamiento en etapas de sacrificio, corte, empaque, transporte y comercialización de carne. Los productores e instituciones gubernamentales participantes en la cadena, plantean la adopción del certificado de inocuidad y seguridad sanitaria. En los productos cárnicos de bovino, se supeditan al cumplimiento de la normatividad oficial vigente en México a través de la Marca Oficial “MÉXICO CALIDAD SUPREMA”.

Los productos a los cuales se le puede aplicar esta marca son: carne de bovino en canal, medias canales, cuartos de canal, y a los distintos cortes primarios generados conforme a los patrones de corte requeridos por el mayorista o detallista, así como los distintos cortes finales solicitados por el consumidor final (piezas enteras o troceadas).

Los principales participantes son ganaderos engordadores, plantas de sacrificio TIF, distribuidores y comercializadores. El fin es dar garantía de inocuidad a los consumidores que adquieran productos con el sello de marca oficial “MÉXICO CALIDAD SUPREMA”; la certificación y aprobación debe ser en forma conjunta con la Secretaría de Economía, SAGARPA y BANCOMEXT (www.sagarpa.org.mx).

Operaciones Durante el Sacrificio de Ganado Bovino

En toda la etapa del sacrificio se debe de considerar que los materiales y el personal presentes en el sacrificio entran en contacto con la piel, órganos (vísceras), fluidos corporales propios del ganado, lo que puede representar un riesgo de contaminación cruzada; por ejemplo, cuando un operario pasa de un área de alto riesgo a otra de bajo o nulo riesgo. Por tal motivo, se deben de tomar medidas preventivas, desinfectando el equipo entre el sacrificio de cada uno de los animales, así como el restringir el movimiento de los operarios.

El sacrificio inicia con la conducción de los animales al cajón de noqueo, en donde son insensibilizados. Las operaciones del proceso de sacrificio de ganado bovino serán descritas a continuación.

Antes del sacrificio los animales son llevados del corral de dietado a través de un chute o manga al cajón de insensibilización. Durante este trayecto se deberá de contar con un piso no resbaladizo, y a la vez entrar solo un animal al cajón; con la finalidad de evitar estrés en el animal. Otro factor estresante en el animal es el arreo, por tal motivo se debe evitar gritos y/o uso de objetos punzo cortantes como la picana, este último además de estresar al animal, produce heridas aumentando el riesgo de contaminación y la aparición hematomas (Gracey, 1989). En el diseño del cajón de insensibilización se debe contemplar los desagües necesarios.

Insensibilización:

La insensibilización eléctrica, gaseosa (CO₂) o mecánica son los métodos que se pueden aplicar en ganado bovino. El mecánico se divide en tres tipos: 1) aturdidor de proyectil cautivo penetrante, 2) aturdidor de conmoción cerebral no penetrante y 3) pistola de proyectil libre (Grandin, 1999). Sea cual fuese el método de insensibilización,

este no debe de destruir el bulbo raquídeo, porque es quién controla el funcionamiento del corazón y de los pulmones. Estos órganos deben funcionar durante cierto tiempo para expulsar la mayor cantidad de sangre al seccionar los vasos sanguíneos del cuello (Lawrie, 1998).

El método más común utilizado en ganado bovino es el mecánico de pistola de percusión de pistón cautivo (proyectil cautivo penetrante). El mecanismo impulsa un perno metálico (pistón) con un cono invertido en la punta y al impacto comprime aire soltándolo dentro del cráneo, la presión destruye el tejido cerebral, la finalidad no es matar al animal sino de dejarlo inconsciente e insensible al dolor. Ésta operación asegura que el corazón continúe latiendo facilitando el desangrado (De la Cruz 1988).

La NOM-033-ZOO-1995, en referencia al uso de pistola de perno cautivo de penetración, menciona que la posición correcta para insensibilizar al ganado bovino adulto, es el centro de la frente, donde se cruzan dos líneas imaginarias trazadas, desde cada ojo del animal a su parte contraria en dirección del cuerno o protuberancia (Figura 3). Colocando la pistola perpendicularmente al cráneo (Gracey, 1989; NOM-033-ZOO-1995). De realizar incorrectamente la operación, puede facilitar el paso de microorganismos al músculo del animal debido al rompimiento de venas, o causar problemas al no haber inconciencia en el animal.

Los signos de inconciencia que se pueden observar en el animal como resultado de una operación eficiente son los siguientes:

- a) Desvanecimiento inmediato del animal.
- b) Ojos abiertos de par en par sin reflejo corneal.
- c) Cabeza arqueada hacia atrás.
- d) Extremidades completamente extendidas hacia atrás después de los primeros estremecimientos, seguidos de una relajación en las extremidades.
- e) Sin reacción durante el colgado o durante el degüello.

El área sobre la que cae el animal deberá estar limpia y de ser posible seca para evitar que la piel se manche de sangre o agua estancada (Gracey, 1989).

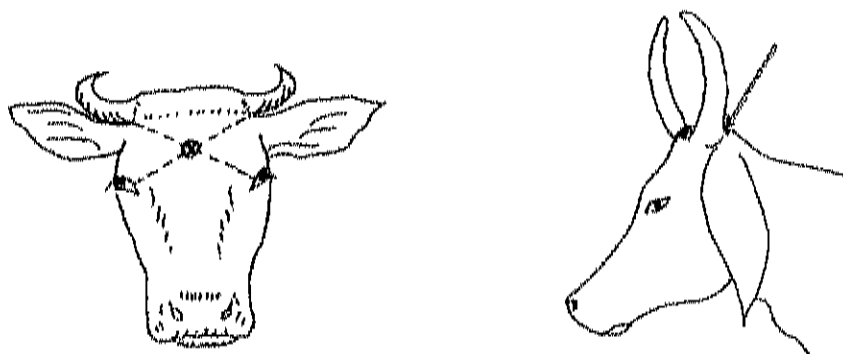


Figura 3. Área a realizar el tiro en ganado bovino, para asegurar la insensibilización. A) Bovino adulto de razas Europeas y becerros cebuinos. B) Cebú adulto (NOM-033-ZOO-1995).

Colgado o izado:

En esta operación, el animal debe de ser colgado en un tiempo máximo de 90 segundos después de la insensibilización, este tiempo es crítico, ya que el cuerpo se encuentra fuera de control y de no pasar a la siguiente operación ocurre en algunas ocasiones el aumento en la presión sanguínea, provocando derrames a nivel capilar, los cuales aparecen como puntos de sangre en la canal (De la Cruz, 1998).

En el izado, se encadena una pata trasera aún inconsciente el animal, esto es importante porque define la posición final de la canal en el riel (De la cruz, 1998). Además, la operación de levantar las canales del piso evita algunas fuentes de contaminación (Lawrie, 1998).

Degüello y desangrado:

El degüello debe de realizarse lo más rápido posible después del aturdimiento, es esta operación la que ocasiona la muerte del animal por la pérdida de sangre y por consiguiente la falta de oxígeno al cerebro. Debe de realizarse inmediatamente después del aturrido para garantizar la no recuperación de la conciencia.

En el proceso de matanza de bovino, el tiempo de sangría o exaginado debe tomar entre 4 y 6 minutos por animal, un error puede ocasionar un desangramiento imperfecto (Gracey, 1989). Aunque éste sea total, el 50% de la sangre del animal permanece en los músculos (depende del músculo y tipo de animal). Sin embargo, conviene que el desangrado sea exhaustivo porque la sangre es un medio de cultivo excelente para microorganismos. (Lawrie, 1977).

El proceso inicia con un corte en el cuello hacia el tórax, posteriormente se secciona la arteria carótida y la vena yugular (vena cava anterior y tronco bicarotídeo), siendo estas las más próximas al corazón permitiendo una mayor salida de sangre y un flujo más rápido (Gracey, 1989). Si el cuchillo penetra demasiado, la sangre se puede acumular debajo de la escápula y la carne se descompone rápidamente (Lawrie, 1998). La situación correcta del corte es a través de la línea media en la base del cuello, dirigiendo la punta del cuchillo hacia adentro perpendicularmente al cuello y después girando la hoja 90° para seccionar los vasos sanguíneos antes mencionados, la hoja no se debe girar hacia el corazón, de ocurrir esto la sangre se acumulará en las pleuras y el corte excesivo en la pared torácica causara una nueva sangría (Gracey, 1989). Por otro lado, los cuchillos pueden constituir un riesgo de contaminación debido a los microorganismos presentes en el pelo de la piel del animal. Para minimizar este problema se deben utilizar dos cuchillos, uno para seccionar la piel y otro para los vasos; es recomendable lavar los cuchillos en agua caliente (entre 80° y 84° C) después de su uso entre un animal y otro (Harris y Savell., 2003).

Una vez terminado el sangrado del animal se procede a examinar pezuñas para detectar posibles lesiones, y serán retirados los cordones espermáticos y pene (PROY-NOM-194-SSA1-2000).

La recolección de sangre, que es una práctica común en algunos países y donde es destinada a consumo humano, debe ser efectuada de una forma higiénica, recogiendo la sangre en recipientes metálicos (acero inoxidable). Además, se debe evitarse la contaminación con heces, orina o cualquier otro tipo de secreción del animal o materiales extraños a la sangre. Para lograr lo anterior se realiza la recolección con un cuchillo hueco de acero inoxidable esterilizado conectado a una bomba de vacío para una rápida extracción y se agrega un anticoagulante. Este último puede ser una mezcla de una parte de ácido cítrico o citrato de sodio en dos partes de agua. Esta solución no debe exceder al 0.2% de la cantidad de sangre, de ser mayor se considera una adulteración (Libby, 1981; Gracey, 1989; www.monografias.com).

Amarre de recto:

Se inicia cortando alrededor del ano (ano y vulva en hembras), usando un cuchillo limpio y estéril, evitando así una contaminación. Inmediatamente se procede a amarrar con una cuerda el recto del animal, para evitar la contaminación de la canal por heces, al momento de eviscerar. Al atar el recto, es liberado con el cuello de la vejiga urinaria y dejándolo dentro de la cavidad pélvica. En plantas de sacrificio más modernas o en países desarrollados existe equipo para realizar este proceso a través de un método automático de cerrar el recto en el que se coloca un anillo de goma elástica sobre el recto después de limpiarlo (Harris y Savell, 2003; Gracey, 1989; www.monografias.com).

Remoción de cabeza y patas:

Después que se ha completado el desangrado, se separan las patas anteriores, la cabeza es desollada por completo para su inspección, evitando ser contaminada por canales contiguas o por material de desecho, y además de evitar cortar la piel al retirar la

cabeza. Los cuernos se eliminan antes de remover la cabeza, para lo cual se corta por detrás de la nuca a nivel de la articulación atlas-occipital, quedando la cabeza suspendida por el esófago y tráquea (Velazco, 1994; Gracey, 2001; www.monografias.com). Se utiliza una barra separadora de anillo para soltar el esófago desde la tráquea hasta el rumen. Sin embargo, antes de separar por completo la cabeza, se requiere ligar el esófago para evitar que el contenido ruminal contamine el interior de la canal (Velazco, 1994).

Las cabezas deberán trasladarse en carros o ganchos aéreos para que eviten una contaminación cruzada; así mismo, las patas deberán colocarse en contenedores para una posterior limpieza y destinarse al consumo humano (Harris *et al.*, 2003). La separación de manos y patas se realizan a través de un corte a la altura de los huesos carpianos en manos y a nivel de la articulación taro-metatarsiana en el caso de las patas (Harris y Savell, 2003; www.monografias.com).

Descuerado:

Las plantas de sacrificio que cuenten o no con equipo para realizar esta operación, deben tener procedimientos sanitarios durante el retiro de la piel; por lo que la habilidad y cuidado de los empleados en la operación conduce a un descuerado higiénico. Por lo ello, los empleados deben ser entrenados y supervisados rutinariamente para asegurar una baja o nula contaminación de las canales. La primera parte del descuerado antes de cortar la piel es limpiar el área de toda suciedad posible, ello reducirá la contaminación (Harris y Savell, 2003).

El descuerado depende del grado tecnológico de la planta de sacrificio, por lo que puede realizarse bajo dos contextos. El primero es cuando se efectúa manualmente. Bajo este contexto es necesario colocar personal con pericia y experiencia en el manejo del cuchillo. Se debe implementar una estrecha vigilancia para evitar contaminación cruzada, destacando la importancia de la desinfección de los cuchillos utilizados para tal

fin. Se recomienda una limpieza de la piel del animal en donde se realizarán los cortes necesarios para eliminar la piel. El segundo procedimiento de eliminación es cuando se lleva a cabo mecánicamente. Para esto se utilizan equipos neumáticos que jalan o estiran la piel, y los operarios ayudan a remover con cuchillos de desuello curvos (manuales) o con cuchillos circulares (neumáticos) el músculo y tejido adiposo subcutáneo. También los operadores al separar la piel deben evitar que la parte exterior entre en contacto con la canal que esta desprovista de la piel (Velazco, 1994; Harris y Savell, 2003).

El desalojo de pieles de la zona de trabajo se debe efectuar lo antes posible, las cuales deben ser conducidas sin ningún tipo de cruzamiento con otras salas o áreas del proceso de sacrificio (Falkenstein, 1996). Es crítica la actividad de descuerado, dada la diversidad de equipos descueradores. Se debe hacer hincapié en el hecho de que esta actividad normalmente ocasiona cuellos de botella en el proceso (Velazco, 1994).

Apertura de pecho:

En la apertura del pecho, se debe usar un hacha o sierra automática, ambos desinfectados con agua caliente a 82° C, teniendo cuidado de no perforar las vísceras. La apertura del pecho se debe realizar después de la separación del cuero o piel (Gracey, 1989; www.monografias.com).

Evisceración:

Esta operación se efectúa a través de un corte que se ejecuta en dos tiempos: primero se realiza la separación de las vísceras blancas para facilitar la extracción de las vísceras rojas, y segundo se efectúa la extracción de las vísceras rojas que se encuentran ubicadas en el tórax. Las vísceras son la parte más contaminada del animal (Velazco, 1994; www.monografias.com).

Antes de abrir el pecho debe limpiarse la línea media y abdomen, seguido de una incisión en la parte alta de la línea media donde los órganos internos están en contacto con la pared abdominal. No se debe rasgar el estómago, intestinos, vejiga y útero (vísceras). Esta operación debe realizarse en menos de 30 minutos, a partir de que el animal ha sido sacrificado. Además, los cuchillos a utilizar deben estar limpios y desinfectados (Gracey, 1989; Velazco, 1994).

La eliminación de vísceras se realiza de arriba hacia abajo, siendo la panza el primero órgano en salir, seguido del intestino grueso e intestino delgado. El conjunto recto-vejiga (vagina-útero), cuidadosamente son separados, en el caso de los machos, el tracto urinario debe ser eliminado de la línea media hasta el punto posterior entre las piernas; dando paso a la separación del estómago e intestino, mediante una ligera presión hacia abajo sobre estos órganos, liberando al mismo tiempo la columna vertebral. Enseguida se extrae el hígado, con una incisión circular alrededor de la periferia del diafragma, evitando picar o cortar la vesícula biliar (Gracey, 1989). De presentarse un problema de contaminación por exposición de contenido de cualquier víscera, en la canal que se esta eviscerando, deberá ser separada y sometida a un proceso de desinfección (Harris y Savell., 2003).

División de la canal:

En la mayoría de las plantas de sacrificio esta operación se efectúa por medio de una sierra de cinta. En algunas plantas de sacrificio con nivel tecnológico muy bajo, se realiza con una hacha para cortar el centro de la columna vertebral (www.monografias.com). En ambas se debe de cuidar de esterilizar el utensilio utilizado. En este paso se divide longitudinalmente en dos partes a la canal, exponiendo la médula espinal, la cual es necesario remover de la columna vertebral ya que se contamina fácilmente. Las meninges y el timo del cuello deben separarse completamente de las canales (De la Cruz, 1998). Cabe señalar que esta es una

operación importante, ya que la mejor carne del animal se encuentra localizada en la cercanía de la columna vertebral (Velazco, 1994).

Una vez cortado el animal en canal, los riñones deben ser expuestos. Dada la anatomía del rumiante, el riñón del lado derecho (y la grasa que lo rodea) se halla firmemente adherido a la canal, mientras que del lado izquierdo está despegado, ello se debe a la presión que el rumen ejerce sobre el riñón del lado derecho (Velazco, 1994).

Lavado de la canal:

El lavado con agua potable se realiza con la finalidad de remover de la canal todos los residuos y restos de sangre, esquirlas de hueso que dejó la sierra, ya que estos pueden favorecer la decoloración de la carne. Es importante que se flexione la pata delantera de cada lado, en repetidas ocasiones, esta acción favorece la salida de la sangre que se encuentra atrapada en el hombro, disminuyendo así la posibilidad de contaminación. Así mismo, es recomendable picar algunas de las articulaciones de la pierna para alargar la vida de anaquel de la canal (debe realizarse con un cuchillo estéril). En algunas plantas de sacrificio, de forma inmediata al lavado de la canal se le rocía una solución diluida de ácidos orgánicos, como acético, láctico o fórmico en forma de aspersión, reduciendo así, la carga inicial de bacterias, además de reducir la merma por enfriamiento (Velazco, 1994).

En algunos países el lavado de las canales se realiza en cabinas o gabinetes, las cuales están provistas de espreas saliendo el agua a temperatura y presión para eliminar la contaminación visible (Harris y Savell., 2003). Sin embargo, en aquellas plantas que no cuenten con este tipo de equipo, se debe efectuar el lavado con pistola que suministre una presión de 3.6 kg/cm^2 , efectuándose de arriba hacia abajo con agua fría, ya que el agua caliente favorece la coagulación de la sangre (Velazco, 1994). El agua deberá ser clorada a una concentración de 20 a 50 mg/l (Gracey, 1989).

Puntos Críticos En Rastros

Se han realizado avances tecnológicos en microbiología, diseño de equipo entre otros; sin embargo, los puntos críticos de control en rastros han mejorado higiénicamente el proceso de producción de carne en las plantas de sacrificio. Además de problemas adicionales como deficiencias en la cadena de frío, el desconocimiento de congelación y descongelación de la carne, así como la deficiencia de equipamiento, disposición de máquinas, sin considerar la dificultad de limpieza por los diseños propios del equipo, además de fallas en los procedimientos de limpieza y desinfección, así como la higiene del personal (Kasprowiak y Hechlmann, 1993).

Antes se aplicaba el principio de "circulación rápida", donde los animales eran sacrificados y su carne era consumida pocas horas después. A pesar de la deficiencia higiénica durante el sacrificio y la ausencia de refrigeración, los microorganismos disponen de tiempo suficiente para desarrollarse hasta el punto de originar deterioro e incluso una intoxicación alimentaria. Esto aún funciona en muchos países en vías de desarrollo, inclusive en países al sur de Europa (Kasprowiak y Hechlmann., 1993).

Actualmente los países industrializados almacenan canales o carne fresca, subproductos y productos cárnicos, haciéndose crítica la higiene durante el sacrificio y la cadena de frío (Kasprowiak y Hechlmann., 1993). Por lo que en la matanza de ganado bovino, el principal factor higiénico es el grado de suciedad de la piel con el que arriban los animales al matadero, es más crítico cuando la piel esta mojada; originando riesgos de higiene durante el proceso de matanza (Kasprowiak y Hechlmann., 1993; Troeger, 1995). Lo dramático de la situación, es que un lado de la piel (interior), el ambiente es completamente estéril y del otro lado, se encuentra todo tipo de microorganismos, incluso los patógenos (Velazco, 1997). La experiencia práctica indica que resulta muy

difícil obtener carne limpia a partir de animales sucios, por lo que los animales deben ser lavados antes de ser sacrificados (Kasprowiak y Hechlmann., 1993).

En algunas etapas del proceso de matanza, se presentan distintos riesgos higiénicos (Troeger, 1995), por lo que la calidad y vida de anaquel depende del proceso de sacrificio (Velazco, 1994). La contaminación puede minimizarse a través de buenas prácticas de manufactura (Dickson, 1992) ya que los microorganismos contaminantes de la carne son de origen exógeno (Hofmann, 1994). Existe mayor riesgo de contaminación en las etapas de “predesollado manual” (enrollamiento de la piel, cortado de la ubre y otros procesos) y en el eviscerado, así como también en el proceso de separación y cerrado de recto, separación y cerrado de esófago. Este último deberá ser separado de la tráquea, de no ser así deberá ser cortado durante la extracción del tracto gastro-intestinal (intestino, esófago y amígdalas). Es importante mencionar que se ha demostrado visualmente la contaminación de la cara interna de la canal, por la salida del contenido rumial, en un 3 a 8% de reses sacrificadas (Troeger, 1995).

En una matanza correcta, del punto de vista higiénico, se puede llegar a encontrar de 1,000 a 10,000 microorganismos (cuenta total de aerobios) por cm^2 en la superficie de las canales de bovinos (Troeger, 1995). De acuerdo con el sistema HACCP, el desollado y la evisceración son considerados puntos críticos de control (PCC) con lo que se disminuyen las cargas bacterianas (Zelege *et al.*, 1996). Sin embargo, en las modernas líneas de matanza los recuentos microbianos varían de 1 a 10 millones por cm^2 , limitando la conservación y comercialización de la carne (Troeger, 1995).

Además de la piel y tracto gastro-intestinal, existen otros factores de riesgo de contaminación que no son inherentes al animal, pero sí al proceso de sacrificio. Estos factores de riesgo como el agua y aire que entra al área de proceso, donde hacen contacto con la canal. Por lo que éstos no deberían presentar riesgos de contaminación. En relación al agua, si permanece en mangueras, recipientes, piso y cañerías de las

instalaciones, puede permitir un crecimiento de bacterias como *Listeria monocytogenes*. También la humedad relativa del ambiente produce una condensación sobre la superficie de las canales, para evitar esto se debe considerar el punto de rocío (Kasprowiak y Hechlmann, 1993).

La calidad sanitaria en las plantas de sacrificio no solo se enfoca a la matanza del animal. Dentro de la cadena productiva hay que visualizar el eslabón anterior y posterior a los rastros para que el objetivo de inocuidad y calidad sanitaria sean válidos. Existe el riesgo de transmitirse la *Salmonella spp* de un animal a otro durante el transporte y en los corrales de espera. Debido a que los animales se encuentran estresados, éstos son más susceptibles a una infección o contaminación por esta bacteria, incrementando la presencia de *Salmonella spp* en piel y tracto digestivo, en el lote a sacrificar. Por otro lado, la *Listeria monocytogenes* se encuentra principalmente en el forraje ensilado, por consecuencia en piel y pesuñas pudiendo llegar a introducir en los rastros (Kasprowiak y Hechlmann, 1993).

Otro vector importante, para que los microorganismos lleguen a las canales y causen deterioro o enfermedades e intoxicaciones, son los trabajadores enfermos o con una deficiente higiene personal, ya que un sin fin de bacterias patógenas o no, son transmitidas por los empleados que manipulan las canales (Paltrinieri, 1991). Además el nivel educativo de los operadores para comprender el mundo de las bacterias (Velazco, 1997) lo que los hace partícipes de forma muy importante en la sanidad e inocuidad de las canales. Por lo que es conveniente someter al personal a exámenes bacteriológicos y clínicos, aunque no se garantice que el personal esté exento de microorganismos patógenos (Paltrinieri, 1991).

El objetivo final de asegurar la inocuidad, es válido en todas las etapas de producción. Para lograrlo se deben aplicar medidas de higiene, tanto para el proceso de sacrificio en sí, como de todos aquellos factores que rodean cada una de las operaciones

involucradas como son: los animales de abasto, sacrificio, deshuesado, el empleo de equipos e instalaciones incluidos el agua y aire, así como a los empleados (Kasprowiak y Hechlmann, 1993). Desafortunadamente, la contaminación microbiológica no es visible, por lo que no se puede eliminar algo si no se puede ver. Es necesario un programa de limpieza y desinfección como la implementación de sistemas que aseguren en todas las etapas, la calidad sanitaria e inocuidad del producto, en este caso las canales (Kasprowiak y Hechlmann, 1993; Velazco, 1997).

Sistemas de Aseguramiento de Calidad Sanitaria e Inocuidad Alimentaria

La presencia de microorganismos en la carne, constituye un riesgo para la salud del consumidor. La metodología tradicionalmente usada para asegurar la calidad en la industria cárnica es a través de una inspección ante y postmortem de los animales, observación de las instalaciones, y determinaciones físicas, químicas y microbiológicas, sin embargo no siempre se asegura la calidad microbiológica de la carne debido a la naturaleza del proceso productivo (Rosmini *et al.*, 1994). Se han diseñado distintos sistemas para asegurar la inocuidad, a continuación se describen los tres principales sistemas utilizados en la industria de los alimentos.

HACCP

El sistema HACCP, (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control, por sus siglas en inglés HACCP), es indudablemente un procedimiento cuyo propósito es asegurar la inocuidad en los alimentos, evitando que peligros microbiológicos, físicos o químicos pongan en riesgo la salud del consumidor. Fragmentos de metales, microorganismos causantes de enfermedades o sustancias químicas son ejemplos de algunos peligros que HACCP puede reducir o eliminar (Zelege *et al.*, 1996; Quinn y Marriott, 2002).

HACCP es un sistema integral y sistemático que abarca todos los pasos del proceso y sus procedimientos, para identificar y controlar los riesgos potenciales en producción, procesado y manufactura, con el fin de garantizar alimentos seguros (Mortarjemi *et al.*, 1996). La versatilidad de HACCP, permite aplicar sus principios a diversas condiciones, desde un proceso industrial hasta uno artesanal. Esta es una diferencia respecto a los sistemas de aseguramiento de calidad (Zelege *et al.*, 1996).

Es importante tomar en cuenta la experiencia de compañías que han implementado HACCP exitosamente. Estas han encontrado que el programa es más efectivo cuando se realiza en conjunto con el control total de la calidad (TQM por sus siglas en inglés). La combinación de estos dos sistemas ha conseguido ejercer un control a la vez tanto de inocuidad como de calidad. Sin embargo, no se debe confundir el sistema HACCP, ya que este deberá enfocarse totalmente a inocuidad, con lo cual los factores de calidad no deberán ser parte de HACCP (Zelege *et al.*, 1996).

Los requerimientos para la aplicación del concepto HACCP para carne fresca, resultan del control de contaminación microbiológica en la obtención o procesamiento de la carne. Existen múltiples factores que pueden producir una contaminación con microorganismos, y la implementación de procedimientos que puedan reducir o evitar la contaminación durante el proceso de matanza (Zelege *et al.*, 1996).

HACCP mantiene un enfoque sistemático a la seguridad alimentaria, el cual consiste en siete principios, los que a continuación se describen de acuerdo a la Internacional Meat and Poultry HACCP Alliance:

I. Análisis y valoración de los riesgos

Se elabora una lista y diagrama del proceso, visualizándose los tres tipos de riesgos, los cuales son:

- Biológico (B). Se considera primeramente aquellas bacterias de orden patógeno, como *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Campylobacter*

jejuni, *Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum*, *Listeria monocytogenes* y *Escherichia coli* O157:H7, Además de considerar parásitos que son un peligro potencial como la patógeno *Trichinella spiralis*

- Químicos (C). Sustancias tóxicas como sanitizantes, pesticidas, insecticidas, pintura, lubricantes, etc.
- Físicos (P). Objetos extraños al producto y que puedan dañar al consumidor, como piedras, madera, vidrio, plásticos, etc.

2. Identificar los puntos críticos de control en el proceso.

Los puntos críticos de control son definidos como puntos, pasos o procedimientos en los cuales se puede aplicar un control y prevenir el riesgo potencial, eliminándolo o reduciéndolo hasta un nivel aceptable.

3. Establecimiento de límites críticos para las medidas preventivas de cada PCC identificado.

Un límite crítico (LC), indica si la operación está “dentro” o “fuera” de control, por lo que los criterios de decisión deberán basarse en la existencia de un riesgo directo a la salud o que pudiera desarrollarse un riesgo directo. Sin embargo, a nivel microbiológico el límite adecuado no es aparente, por lo que es necesario tomar en cuenta lo que afecta a los microorganismos como lo son temperatura y tiempo entre otros.

4. Monitoreo de los PCC.

Las inspecciones para el monitoreo de los PCC pueden ser continuas o discontinuas. Algunas actividades pueden inspeccionarse continuamente por medio de equipo automático. Generalmente la inspección discontinua es empleada en la verificación de condiciones microbiológicas en lotes de alimentos.

5. Establecimiento de acciones correctivas al existir una desviación de un límite crítico establecido.

El establecer un mecanismo de “auto-corrección” donde el monitoreo de los LC en los PCC garantizan la seguridad del producto final. Dentro de estas acciones correctivas pueden ser desviaciones reales o potenciales.

6. Establecimiento de los procedimientos de registros documentando al sistema HACCP.

Son la evidencia escrita de una acción tomada, por lo que deben guardarse los registros, ello hace disponible la evidencia para su revisión. Es necesario archivar estos documentos por el tiempo que sea necesario, porque es la única forma de probar que el producto fue manejado de manera segura de acuerdo a HACCP. Además, puede emplearse como herramienta por el operador, para aprender sobre el equipo y fallas.

7. Verificación del sistema HACCP.

El proceso de verificación esta diseñado para la revisión del plan HACCP, para establecer si los PCC o los LC están siendo controlados y monitoreados adecuadamente y determinar si los procedimientos son realizados correctamente.

Antes de implementar HACCP, hay programas a implementarse debido a que son pre-requisitos para HACCP. Estos proporcionan las condiciones básicas en la producción de alimentos sanos; como las buenas prácticas de manufactura (BPM o GMPs por sus siglas en inglés) y los procedimientos de operación estándar de sanitización (POES o SSOPs por sus siglas en inglés). Las BPM se enfocan a prácticas higiénicas durante el proceso de producción, ayudando a disminuir o eliminar microorganismos patógenos. Los POES se enfocan a sanitizar el área y equipos justo después de las BPM, es decir al final de cada termino de producción, especificándose el procedimiento de limpieza y las características de los productos empleados (Quinn y Marriott, 2002).

Control Total de la Calidad (TQM)

El control total de la calidad (TQM) como filosofía, fue desarrollado y es utilizado para mejorar la calidad y reducir los costos de manufactura de los productos. TQM un método genérico cuyo propósito apunta al aseguramiento de condiciones de calidad pactadas contractualmente entre dos partes, de manera que asegura al comprador que el producto adquirido mantendrá los requisitos pactados.

Las dos filosofías, HACCP y TQM han marcado sucesos en la industria procesadora de alimentos en la década actual y han determinado los cambios más importantes frente a los aspectos de inocuidad y calidad. Cabe recalcar que el control total de la calidad (TQM) y el sistema HACCP son dos sistemas independientes. Por esto se debe tener una claridad sobre el significado y los propósitos de cada uno de ellos, así como entender la posibilidad de combinar su potencial. La combinación de ellas es importante para los procesadores (www.panalimentos.org/haccp2/GUIA5.htm).

Organización Internacional de Normas (ISO)

Los estándares de uso común para asegurar la calidad en alimentos están descritos en la serie ISO 9000. La tendencia es conjugar ISO y HACCP, en virtud de que ambos sistemas tienen puntos en común, como el de involucrar a todo el personal de la empresa en sus diferentes niveles (www.panalimentos.org/haccp2/GUIA5.htm).

La serie ISO 9000 define un marco de trabajo en los sistemas de calidad, los cuales deben operarse para obtener una certificación. Esto significa que la compañía tiene un sistema de calidad documentada y efectiva, organizada e implementada conforme a criterios acordados (www.panalimentos.org/haccp2/GUIA5.htm). Sin embargo, en los últimos años, las instituciones gubernamentales hacen cumplir las leyes

a las industrias, comercios bajo amenaza de multas, prisión por violación a las mismas (Rothery, 1998). Dentro de ésta, los microbiólogos juegan un papel importante, porque capacitan interna y externamente al personal y a su vez auditan a las compañías que están certificadas en ISO (Teitelbaum, 2002).

ISO y HACCP han sido implementados de manera paralela más que sistemas complementarios, a pesar de que ambos se enfocan a satisfacer al cliente y al cumplimiento de nuevos esquemas de seguridad y salud. Sin embargo, ISO también se enfoca a requisitos de carácter ecológico. La normatividad de ISO considera tres niveles donde en el nivel mínimo se tienen las normas de las materias primas, como vegetales o carne, el siguiente nivel son normas de procesos o productos, y en el nivel superior se tiene el sistema de administración de calidad de las normas de la serie ISO 9000 (Rothery, 1998; Sandrou y Arvanitoyannis, 1999).

Calidad Sanitaria En Carne Bovino

Los microorganismos presentes en los alimentos pueden ser un factor causal de una enfermedad en los consumidores. Sin embargo, no todos los microorganismos producen enfermedad, incluso algunos patógenos deben de estar presentes en concentraciones elevadas. Los microorganismos se clasifican en tres diferentes grados de riesgo: 1) Riesgo severo: es cuando va directo a la salud, 2) riesgo moderado: es la diseminación potencialmente extensiva, y 3) riesgo moderado: es la diseminación limitada (Scout y Moberg., 1995).

Microorganismos de Descomposición.

Estos no representan un riesgo a la salud, sin embargo afectan directamente la calidad del producto, más no la seguridad del alimento; por lo que no son una prioridad al momento de establecer HACCP. Estos microorganismos son un grupo muy extenso, pero tienen la limitante de ser específicos al tipo de alimento al cual descomponen (Scout y Moberg., 1995).

Microorganismos indicadores.

Estos no representan un riesgo directo a la salud de los consumidores, sin embargo, indican la existencia de un factor de riesgo a la salud humana. Por lo regular son utilizados para señalar la presencia de contaminación fecal por falta de limpieza. Generalmente es más fácil detectar microorganismos indicadores que los patógenos, debido al número de microorganismos y a la metodología que es más sencilla. Por ejemplo, la detección de coliformes indica un riesgo a la salud de los consumidores. Los microorganismos más comunes o pruebas son: cuenta de aerobios en placa, *Staphylococcus*, coliformes totales, coliformes fecales y *E. coli* (Scout y Moberg., 1995).

Microorganismos Patógenos.

Hay dos categorías de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA): Las intoxicaciones alimentarias, son causadas por el consumo de toxinas producidas por los microorganismos y las infecciones alimentarias causadas por el crecimiento de los microorganismos en los alimentos, después de haber sido ingeridos (Madigan *et al.*, 1999). La mayoría de las ETA's son causados por *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes*. Es importante recalcar que estos microorganismos han sido aislados de carne de bovino, ya sea en canales, cortes u alguna otra presentación. A continuación se presentan las generalidades de estas bacterias.

Salmonella spp. Estos microorganismos viven en el intestino de animales y humanos, y se transmite por contaminación con material fecal. Si se ingieren grandes cantidades del organismo ($1 \times 10^6/g$) causa una enfermedad llamada salmonelosis, que incluye náuseas, vómito, dolor de cabeza, escalofríos, diarrea y fiebre. Las maneras de prevenir contaminación e intoxicación por este microorganismo son: cocinado adecuado de los alimentos, uso apropiada de la refrigeración y buen manejo de los alimentos.

Staphylococcus aureus. Se encuentra en la piel de humanos y en alimentos contaminados. A parte de producir enzimas y metabolitos extracelulares, produce toxinas resistentes al calor llamadas enterotoxinas staphylococcies. Estas toxinas pueden causar vómito violento, náusea, cólicos abdominales y diarrea. La mejor manera de controlarlo es previniendo la contaminación y refrigerando apropiadamente. Una vez que la toxina se forma, el proceso de cocinado no la destruirá.

Yersinia enterocolitica. Se encuentra en intestinos de animales y humanos. Este microorganismos causa gastroenteritis, linfadenitis mesentérica e ileítis terminal. El microorganismo puede destruirse con pasteurización; además como es un organismo psicrofílo, éste concierne a los alimentos refrigerados.

Campylobacter jejuni. Este microorganismo causa una enfermedad venérea en el ganado y causa aborto. Ocupa el segundo lugar, después de la brucelosis (enfermedad del ganado causada por la bacteria *Brucella abortus*), como la mayor causa de pérdida para el ganadero. Aunque este microorganismo antes era poco conocido por los microbiólogos, ahora se afirma ser causante de gastroenteritis parecida a la que causa la Salmonella. Este microorganismo se aniquila a temperatura de cocción de $70^{\circ} C$ por diez minutos.

Listeria monocytogenes. La infección espontánea ocurre en muchos animales incluyendo al hombre. En humanos, la listeria produce meningoencefalitis con o sin bacteremia. La preocupación por esta bacteria ha surgido recientemente involucrados algunos productos lácteos. No obstante, también se ha encontrado en la carne. El control de esta bacteria es sencillo, ya que no forma esporas y el cocinado adecuado destruye este microorganismo.

MATERIALES Y METODOS

Área de estudio

Situación Geográfica.

La investigación se realizó en el Estado de Sonora, el cual se encuentra localizado en el Noroeste de los Estados Unidos Mexicanos. Colinda al norte con el Estado de Arizona y Nuevo México pertenecientes a los Estados Unidos de Norteamérica. Limita con tres Estados mexicanos, al sur con el Estado de Sinaloa, al Este con el estado de Chihuahua y al Oeste con el Estado de Baja California Norte y el Mar de Córtes (Atlas del Estado de Sonora, 1993). El Estado fue dividido en 3 zonas: 1) Centro, 2) Noroeste, y 3) Sur. Se identificó el número de plantas de sacrificio municipales y Tipo Inspección Federal, para posteriormente realizar las visitas correspondientes en los rastros que fueron seleccionados tomando como criterio el volumen de sacrificio (mayor a 100 animales por semana).

Sonora cuenta con 4 plantas de sacrificio Tipo Inspección Federal y 2 municipales, donde se concentra el mayor número de bovinos sacrificados en el Estado. En el Cuadro 1, se muestra la localización de las plantas de sacrificio visitadas.

Descripción de las Operaciones de Matanza en Rastros y Evaluación de Fallas

La información se recabó de la siguiente manera. Se elaboró y utilizó un formato de evaluación para cada una de las operaciones en el proceso de sacrificio de ganado bovino en plantas de sacrificio más representativos del estado, obedeciendo a la cantidad de número de animales sacrificados y al porcentaje que estas plantas representan en el sacrificio total que se realiza en Sonora.

Cuadro 1. Tipo de plantas de sacrificio bovino correspondientes a la zona y municipio en que fue dividido en Estado.

Zona	Municipio	Planta de sacrificio
1	Hermosillo	TIF (1)
2	Caborca	TIF (1)
3	Guaymas	Municipal (1)
	Cd. Obregón	TIF (1), Municipal (1)

(1) Número de plantas de sacrificio bovino visitadas en esa entidad municipal.

Cada uno de los puntos del proceso de sacrificio se evaluó por medio de observaciones. Estas consistían en seleccionar un animal de manera aleatoria y seguirlo desde el cajón de insensibilización hasta que la canal era trasladada a la cámara de conservación; se consideraba en cada uno de los puntos del proceso la forma en que se realizaba cada operación, tomando en cuenta las fallas, las cuales podrían atribuirse al operador que estaba realizando el trabajo en cuestión o al equipo utilizado, así como la falta del mismo para realizar el trabajo; el formato utilizado para ambos tipos de rastro (municipales y Tipo Inspección Federal) fue el mismo para ambos (anexo I).

Determinación de los Puntos Críticos

Las visitas a las plantas de sacrificio y las observaciones se realizaron de forma aleatoria, de estas últimas se recabaron 960 observaciones, llevadas a cabo de Febrero del 2003 a Mayo de 2004, realizándose en este periodo, las visitas a los rastros. Una vez capturadas las observaciones, la información fue analizada con estadística descriptiva, permitiéndonos conocer los porcentajes de fallas de cada uno de las operaciones, en cada tipo de rastro. Ello permitió analizar el proceso y conocer los puntos críticos, aplicando el árbol de decisión de HACCP (Figura 4) para conocer los puntos críticos de control (PCC).

De acuerdo a los porcentajes de fallas y la aplicación del árbol de decisión, una vez conocidos los puntos críticos de control (PCC), se procedió al análisis microbiológico en las plantas de sacrificio donde fueron realizadas las observaciones; cabe mencionar que el rastro municipal de Guaymas, Sonora no fue sometido a este estudio, debido a su clausura; en los rastros a los cuales se realizaron los análisis microbiológicos fueron tomados en tres puntos anatómicos, siendo estos: cuello, pecho y cuarto trasero, correspondiente a un área de 10 cm² (10 X 10) en cada punto, de acuerdo a la Federal Register (1996).

Cada uno de los puntos del proceso de sacrificio se evaluó por medio de observaciones. Estas consistían en seleccionar un animal de manera aleatoria y seguirlo desde el cajón de insensibilización hasta que la canal era trasladada a la cámara de conservación; se consideraba en cada uno de los puntos del proceso la forma en que se realizaba cada operación, tomando en cuenta las fallas, las cuales podrían atribuirse al operador que estaba realizando el trabajo en cuestión o al equipo utilizado, así como la falta del mismo para realizar el trabajo; el formato utilizado para ambos tipos de rastro (municipales y Tipo Inspección Federal) fue el mismo para ambos (anexo I).

Determinación de los Puntos Críticos

Las visitas a las plantas de sacrificio y las observaciones se realizaron de forma aleatoria, de estas últimas se recabaron 960 observaciones, llevadas a cabo de Febrero del 2003 a Mayo de 2004, realizándose en este periodo, las visitas a los rastros. Una vez capturadas las observaciones, la información fue analizada con estadística descriptiva, permitiéndonos conocer los porcentajes de fallas de cada uno de las operaciones, en cada tipo de rastro. Ello permitió analizar el proceso y conocer los puntos críticos, aplicando el árbol de decisión de HACCP (Figura 4) para conocer los puntos críticos de control (PCC).

De acuerdo a los porcentajes de fallas y la aplicación del árbol de decisión, una vez conocidos los puntos críticos de control (PCC), se procedió al análisis microbiológico en las plantas de sacrificio donde fueron realizadas las observaciones; cabe mencionar que el rastro municipal de Guaymas, Sonora no fue sometido a este estudio, debido a su clausura; en los rastros a los cuales se realizaron los análisis microbiológicos fueron tomados en tres puntos anatómicos, siendo estos: cuello, pecho y cuarto trasero, correspondiente a un área de 10 cm² (10 X 10) en cada punto, de acuerdo a la Federal Register (1996).

Cada uno de los puntos del proceso de sacrificio se evaluó por medio de observaciones. Estas consistían en seleccionar un animal de manera aleatoria y seguirlo desde el cajón de insensibilización hasta que la canal era trasladada a la cámara de conservación; se consideraba en cada uno de los puntos del proceso la forma en que se realizaba cada operación, tomando en cuenta las fallas, las cuales podrían atribuirse al operador que estaba realizando el trabajo en cuestión o al equipo utilizado, así como la falta del mismo para realizar el trabajo; el formato utilizado para ambos tipos de rastro (municipales y Tipo Inspección Federal) fue el mismo para ambos (anexo I).

Determinación de los Puntos Críticos

Las visitas a las plantas de sacrificio y las observaciones se realizaron de forma aleatoria, de estas últimas se recabaron 960 observaciones, llevadas a cabo de Febrero del 2003 a Mayo de 2004, realizándose en este periodo, las visitas a los rastros. Una vez capturadas las observaciones, la información fue analizada con estadística descriptiva, permitiéndonos conocer los porcentajes de fallas de cada uno de las operaciones, en cada tipo de rastro. Ello permitió analizar el proceso y conocer los puntos críticos, aplicando el árbol de decisión de HACCP (Figura 4) para conocer los puntos críticos de control (PCC).

De acuerdo a los porcentajes de fallas y la aplicación del árbol de decisión, una vez conocidos los puntos críticos de control (PCC), se procedió al análisis microbiológico en las plantas de sacrificio donde fueron realizadas las observaciones; cabe mencionar que el rastro municipal de Guaymas, Sonora no fue sometido a este estudio, debido a su clausura; en los rastros a los cuales se realizaron los análisis microbiológicos fueron tomados en tres puntos anatómicos, siendo estos: cuello, pecho y cuarto trasero, correspondiente a un área de 10 cm² (10 X 10) en cada punto, de acuerdo a la Federal Register (1996).

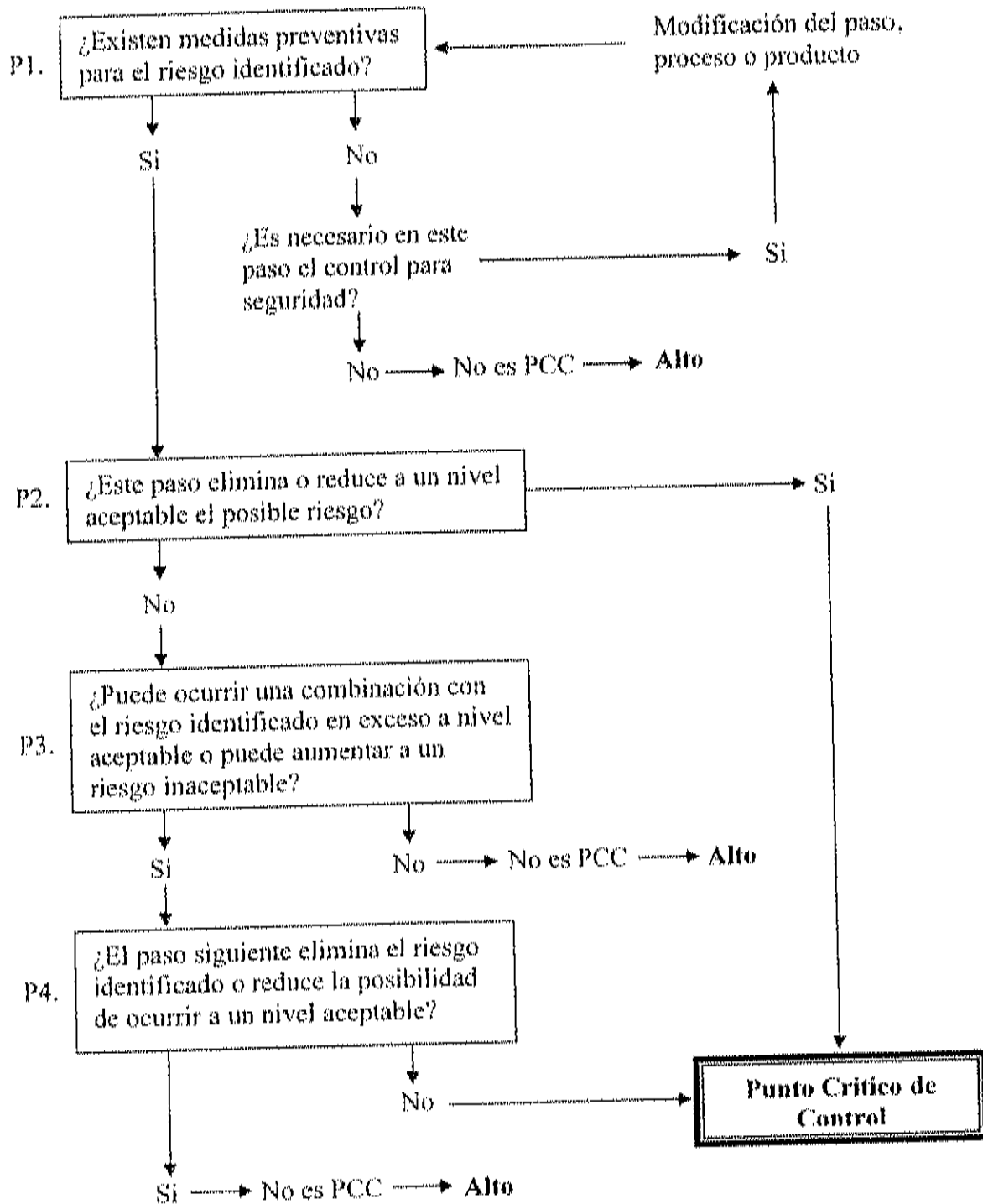


Figura 4. Árbol de decisión para definir un Punto Crítico de Control.

Evaluación de Fallas en el Proceso de Sacrificio.

Fueron considerados como fallas cuando no se realizó la operación tal como se describe a continuación:

Insensibilización:

El operario debe de insensibilizar al animal con un solo balazo, de accionar el equipo en más de una ocasión con el mismo animal.

Desangrado o exanguinación:

El flujo debe ser abundante en un corto periodo de tiempo (2 minutos, aproximadamente).

Amarre de recto:

Lavar la zona del recto, realizar el corte alrededor del ano y anudar.

Descuerado:

La canal no debe ser tocada por la parte externa de la piel de sí misma o de otra res.

Amarre de esófago:

Debe realizarse a cada canal para evitar que el contenido ruminal salga y contamine el interior del animal. Esta operación puede hacerse con una liga, hilo de nylon o algodón, o a través de otros sujetadores comerciales diseñados en forma de pinza.

Evisceración:

Al abrir el abdomen, debe de realizarse con el mango del cuchillo hacia el interior del animal, con el fin de evitar cortar cualquier órgano interno y vacíe su contenido.

Corte en canal:

Antes de realizar el corte de la canal a media canal debe sumergirse la sierra en agua caliente (78° – 80° C), esto en cada corte.

Lavado:

Debe de realizarse a cada canal, dirigiendo el chorro de agua de arriba hacia abajo, eliminando sangre, la médula espinal, residuos de hueso. El lavado debe ser de tal forma que no debe dejar rastros de residuos producidos en los pasos anteriores del proceso de sacrificio.

Análisis Estadístico.

Los datos fueron analizados en el paquete estadístico NCSS versión 2001, realizándose estadística descriptiva tanto para los porcentajes de fallas como para los conteos microbiológicos. Además se utilizó la prueba de chi-cuadrada para estimar diferencias ($p < 0.05$) en los porcentajes de fallas entre los tipos de rastro, para cada una de las operaciones.

Puntos Críticos de Control.

Los Puntos Críticos de Control (PCC) encontrados en el proceso de sacrificio de bovinos en ambos tipos de rastros (TIF y municipales) fueron sometidos a una evaluación microbiológica.

Los puntos anatómicos de la canal evaluados microbiológicamente fueron los establecidos por la Federal Register (1996):

- Cuartos Traseros.
- Cuello.
- Pecho.

Además se tomaron muestras del medio ambiente dentro de las plantas de sacrificio, manos de los trabajadores de la línea del proceso y del agua utilizada en el lavado de las canales, operación realizada al final de la matanza.

Análisis microbiológico.

El análisis comprendió la búsqueda de los siguientes microorganismos:

- Cuenta de Mesófilos aerobios
- Coliformes totales
- Coliformes fecales
- *Salmonella spp*
- Cuenta de Hongos y levaduras.

Las tomas de estas muestras fueron realizadas de forma superficial en la canal, en los cuartos traseros, cuello y pecho con una esponja, así como en manos; ello en una solución de buffer de fosfatos estéril y transportándose en frío al laboratorio de microbiología del CIAD en un lapso de no más de 3 horas.

Proceso de Preparación de Material para Muestreo Microbiológico.

En bolsa de plástico comercialmente estériles provistas de esponja, rotulados de acuerdo al tipo de rastro, y los puntos de donde se tomaron las muestras en cada uno de los puntos del proceso de sacrificio del ganado bovino y parte correspondiente de la canal; vertiendo los 100 ml de buffer de fosfatos de los frascos a las bolsas y guardadas en un medio frío. De los frascos de plástico con 100 ml de buffer es seleccionado un frasco, al cual se le agregó 100 μ l de tergitol aniónico, con este se realizará el muestreo de manos. Las bolsas de muestreo y frasco con buffer se guardaron en una hielera provista de refrigerante para el traslado a la planta de sacrificio, sitio a ser muestreado.

Procedimiento Durante el Muestreo.

Durante los procedimientos de muestreo para análisis microbiológico fueron utilizados guantes comerciales estériles. Las muestras fueron tomadas en bolsas provistas con una esponja ambas estériles, conteniendo buffer. Antes de iniciar el muestreo en la parte anatómica de la canal, se le extraía manualmente el buffer a la esponja, para después proceder a tallar la superficie de las canales seleccionadas aleatoriamente, y tomar la muestra de la canal en un área de 10 cm². La toma de muestras se realizó en los pasos de la operación contempladas como Punto crítico de Control (ver anexo XIVa, XIVb y XV).

Los muestreos en manos se realizaron a través de un lavado de las mismas con 100 ml de solución buffer en donde se agregó previamente tergitol aniónico (100 µl), con el fin de degradar la grasa que estuviera presente en las manos del operador, dejando descubiertos a los microorganismos para su recuperación en el laboratorio.

Las muestras de agua se tomaron de la línea utilizada para lavar las canales, se lavó con alcohol y prendió fuego la salida del agua, se abrió la llave dejando correr el agua por espacio de 60 s. Para proceder a abrir la bolsa estéril donde sería tomada la muestra de agua para su posterior análisis microbiológico.

Las muestras se transportaron en hielera provista de refrigerante para mantenerlas frías, cada una de las muestras estaban en buffer de fosfatos, ello nos permitió un lapso de tiempo para la recuperación de microorganismos de no más de 6 horas. Al arribar al laboratorio de microbiología del CIAD, AC unidad Hermosillo, se procedió de forma inmediata a procesar las muestras (recuperación de microorganismos). La recuperación se realizó de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas:

- Cuenta de mesófilos aerobios (NOM-092-SSA1-1994)

Se transfiere 1 ml de la muestra a una caja petri, previamente homogenizada, realizándose por duplicado, en seguida se efectúa la serie de diluciones, siendo la última a la 10^{-3} , para cada una de ellas se emplearon pipetas estériles.

- Las cajas petri con muestra se vertió en ellas una cantidad de 18 a 20 ml de agar PC agregándosele cloruro de trifeníl tetrazolio (1 ml por cada 100 ml de medio) el cual colorea de rojo a las UFC en el agar, facilitando su cuenta y disminuyendo el error en la contabilización de las colonias, posteriormente se mezclaban con seis movimientos de derecha a izquierda, seis en sentido de las manecillas del reloj, seis en sentido contrario y seis de atrás para adelante; posteriormente se dejaron solidificar, ocurrido esto se incubaron las cajas invertidas a $37 \pm 1^\circ \text{C}$ durante 48 horas. Transcurrido el tiempo de incubación fueron seleccionadas las cajas que contenían cuentas entre 25 y 250 colonias.

- Coliformes Totales y Coliformes Fecales (NOM-112-SSA1-1994)

Prueba presuntiva:

Se agita la muestra, posteriormente se transfiere un mililitro a caldo lactosado para hacer la primera siembra, en seguida se toma otro mililitro de la muestra y se transfiere a un tubo con 9 ml de buffer de fosfatos siendo esta la primera dilución y de esta primera dilución se transfiere un ml al siguiente tubo con 9 ml de buffer así sucesivamente hasta el número de diluciones necesarias.

De cada una de estas diluciones en buffer de fosfatos se transfiere un volumen de 3 mL a una serie de 3 tubos de caldo lactosado. El número de diluciones empleadas fueron: 1) muestra sin diluir, 2) dilución 10^{-1} , dilución 10^{-2} , 3) dilución 10^{-3} . Estos los tubos se incubaron a 35°C por $24 \pm 2 \text{ h}$ de no presentar formación de gas en la campana durham se incubó otras $24 \pm 2 \text{ h}$ siendo en total $48 \pm 2 \text{ h}$.

Prueba confirmativa para coliformes totales:

De cada tubo que mostraron formación de gas, se sembró en igual número de tubos con medio Brilla, incubándose a 35°C por 24 ± 2 h, de no observarse gas en este tiempo se prolongó la incubación por 48 ± 2 h.

Prueba confirmativa para coliformes fecales:

De los tubos con lactosado que mostraron formación de gas, se sembró en el mismo número de tubos con medio EC, incubándose a 35°C por 24 ± 2 h, de no observarse gas en este tiempo, se prolongó la incubación por 48 ± 2 h.

Expresión de los resultados:

De la serie de tubos de ambas pruebas confirmativas que presentaron gas después del periodo de incubación; se buscó el NMP en los cuadros de la Norma Oficial Mexicana correspondiente a estos análisis microbiológicos.

- *Salmonella* spp (NOM-114-SSA1-1994)

Procedimiento de preparación de muestra:

Se transfieren 25 ml de muestra a una bolsa estéril, se agrega 225 ml de caldo lactosado como medio de preenriquecimiento y se deja reposar 60 min. a temperatura ambiente para posteriormente incubarse a 35 ± 2° C por 24 ± 2 h; previamente a esto, se determinó el pH debiendo estar en un rango de 6.6 a 7.0 con papel tornasol.

Aislamiento de Salmonella:

Transcurridas las 24 h de incubación a 35 ± 2° C del medio preenriquecido se transfiere respectivamente 1 ml a un tubo que contenga 10 ml de tetracionato y otro con 10 mL de selenito cistina, esto para cada una de las muestras, incubándose en las mismas condiciones manejadas hasta el momento.

Con un asa de platino se toma una muestra del tetracionado y se siembra por estría en los siguientes agares: XLD, Entérico Hektoen, Sulfito Bismuto, la misma operación se realiza con el selenito cistina, todas las placas se incuban 24 ± 2 h a $35 \pm 2^\circ$ C. Transcurrido el tiempo se procedió a observar las colonias que crecieron en cada tipo de agar, buscando colonias típicas.

Identificación bioquímica:

Identificadas las colonias típicas; son seleccionadas dos que estén aisladas y se procede a inocular el agar triple azúcar hierro (TSI), otro con agar hierro lisina (LIA), por estría en la superficie inclinada y por punción en el fondo, ambos medios se elaboran en tubos de ensayo. Estos se incuban por 24 ± 2 h a $35 \pm 2^\circ$ C.

Prueba de ureasa:

Con un asa estéril, se toma una muestra del medio de cultivo de TSI e inocula en tubo de caldo urea, e incubar a $35 \pm 2^\circ$ C por 24 h.

• Cuenta de mohos y levaduras (NOM-111-SSA1-1994)

De la muestra se transfiere 1 ml a una caja petri, ello haciéndose por duplicado, posteriormente se hace la dilución primaria, utilizando una pipeta estéril para cada una de las diluciones, la última dilución fue a la 1×10^{-3} .

En las cajas petri con muestra se vertió en ellas una cantidad de 18 a 20 ml de agar papa dextrosa acidificado, posteriormente se realizan seis movimientos de derecha a izquierda, seis en sentido de las manecillas del reloj, seis en sentido contrario y seis de atrás para adelante; subsiguientemente se dejaron solidificar, ocurrido esto se incubaron las cajas invertidas y envueltas con papel destreza a una temperatura de incubación de $25 \pm 1^\circ$ C durante 5 días. Transcurrido el tiempo de incubación fueron seleccionadas las cajas que contenían cuentas entre 10 y 150 colonias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fallas en Proceso de Sacrificio

Las operaciones del proceso de sacrificio donde fueron evaluados los porcentajes de fallas son: Insensibilización, amarre de recto, descuerado o despielado, amarre de esófago, evisceración, corte de canal y lavado de la misma. En estas evaluaciones no solamente se observó si la falla era consecuencia de un mal procedimiento en la operación realizada por el operario, sino también la falta de equipo para realizar adecuadamente la operación en cuestión.

Las fallas encontradas se pueden observar en el cuadro 2. En esta evaluación se dió mayor peso a los procedimientos de sacrificio realizados por los operadores, más que a la infraestructura y equipo con el cual se cuenta en los rastros (antigüedad), aunque esto último no deja de ser importante. Durante la insensibilización, se encontró un porcentaje de fallas de 23% y 18.7% ($P < 0.05$) en municipales (RM) y TIF (RTIF), respectivamente. Ambos porcentajes se consideran elevados, pues Grandin (1999) menciona que éste no debe ser mayor de 5% en esta operación.

La falla por parte del operario en la insensibilización puede deberse principalmente a: 1) falta de capacitación, pues se requiere de que se tenga conocimiento del punto anatómico exacto para colocar la pistola y así lograr una buena insensibilización, 2) falla mecánica de la pistola, en algunas ocasiones algunos rastros mantienen en uso el equipo que no esta en optimas condiciones, 3) que el animal tenga demasiado movimiento en el cajón de insensibilización debido a que se encuentra demasiado estresado, reflejo de un mal manejo previo al sacrificio o un mal diseño del

Cuadro 2. Porcentaje de fallas en el proceso de sacrificio de bovinos en rastros TIF y municipales en Sonora.

	Proceso	Municipal	TIF
Manejo humanitario	Insensibilización	23.0	18.7
	Desangrado *	28.4	16.6
	Pataleo *	50.3	28.9
	Mugido *	11.5	5.5
Riesgos de contaminación	Amarre de recto (operador) *	N. C.	29.8
	Amarre de recto (equipo)	100	92.7
	Contacto de piel con canal (operador) *	51.8	25.7
	Contacto de piel con canal (equipo) *	100	25.5
	Amarre de esófago (operador)	N. C.	N. C.
	Amarre de esófago (equipo)	100	100
	Evisceración (operador) *	45.5	29.8
	Evisceración (equipo) *	95.5	9.2
	Corte en canal (operador) *	N. C.	3.2
	Corte en canal (equipo) *	100	57.8
	Lavado *	100	0.0

* Se observó diferencia ($P < 0.05$) entre tipos de rastro.

Nota: No conocido (N. C.): No se pudo medir debido a que no se contaba con el equipo para realizar la operación, no pudiéndose atribuir una falla al operador/ trabajador.

cajón, lo cual en conjunto no permitirá que la operación sea realizada de manera adecuada, y 4) mantenimiento preventivo del equipo. De la Cruz (1998) menciona que de acuerdo a la época del año se acentúa el problema de la insensibilización por el incremento de sacrificio, por otro lado, Grandin (1999) afirma que las causas más frecuentes de una deficiente insensibilización realizada con pistola de perno retráctil son el mal mantenimiento del equipo (por que pierde el poder de impacto), una segunda causa es la ergonomía del equipo, una tercera causa es la sobrecarga laboral, porque después de cierto tiempo de trabajo el operario se fatiga (para soslayar este problema se deben de rotar a los operadores).

Los criterios de eficiencia en insensibilización, son considerados excelentes cuando un 99 o 100% son insensibilizados con un solo disparo, aceptables de 95 a 98%, no aceptables de 90 a 94% y problemas graves donde la insensibilización es menos del 90% insensibilizados (Grandin, 1999). Ambos rastros están dentro de la categoría de problemas graves. Existen dos puntos que hay que considerar: 1) No se hace un manejo humanitario en el sacrificio de los animales, y 2) De mayor importancia es que en el animal al no estar insensibilizado adecuadamente puede presentarse una bacteremia, es decir una invasión de bacterias a tejidos musculares y órganos del animal vía corriente sanguínea (Lawrie, 1998) o presentarse el defecto de DFD, porque el pH queda ligeramente por debajo del pH biológico que es de 7.0, lo que facilita la invasión y crecimiento de bacterias deteriorativas y patógenas que afectan directamente a la salud del consumidor. Una deficiente insensibilización puede inducir a brotes de ETA's.

La vocalización de los animales se observó un 5.5% en rastros TIF y 11.5% en los municipales ($P < 0.05\%$). Ambos valores son elevados con respecto a lo que sería adecuado (0-2%) según Grandin (1999). La presencia de vocalizaciones durante la caída del animal en el cajón de insensibilización o durante el izado al riel, es un indicador de una insensibilización deficiente, pues es indicativo de que el animal tiene cierto grado de conciencia y dolor durante el manejo. Independientemente del tipo de rastro, existe un

uso de la picana eléctrica o garrocha, la cual es utilizada en el arreo a través de la manga para llevar a los animales al cajón de insensibilización, y ello provoca estrés en los animales. Este incremento de estrés produce un aumento de vocalización durante el arreo en la manga (Grandin, 1999). Giménez (2004) afirma que la picana eléctrica puede ser sustituida por paletas de plástico con banderines en el extremo, ello permite al animal verlo con facilidad, de esa forma se disminuye el estrés del animal y puede llegarse a disminuir la vocalización. Grandin (1999) clasifica la vocalización del ganado bovino producida en los corrales, manga y cajón de insensibilización o equipo inmovilizador como: un rastro excelente cuando la vocalización es 0.5% o menos, aceptable cuando es 3% o menos, no aceptable cuando es de 4 a 10% y problemas graves si hay más del 10% de vocalización, por lo que los rastros municipales caen dentro de esta última categoría, mientras que los TIF en la categoría de no aceptables.

En el caso del desangrado, se observaron porcentajes de fallas de 28.4% y 16.6% en municipales y TIF respectivamente ($P < 0.05$), los cuales son considerados como elevados. En esta operación se debe tener sumo cuidado, ya que es necesario que el desangrado sea suficiente y eficiente, pues de ello en parte dependerá el proceso de transformación de músculo en carne. Además un desangrado deficiente puede implicar contaminación. Anil *et al.* (2002), encontraron múltiples fragmentos de tejido cerebral en 4 de 15 animales a los que se les colocó un catéter en la yugular. Esto se debe a que el corazón continúa latiendo por unos minutos después de haber realizado la insensibilización, y durante este tiempo cualquier material del sistema nervioso central (CNS) que entre en la vena yugular puede ser diseminado a todo el cuerpo.

La operación de amarre de recto no se realiza en los rastros municipales, por lo que no se puede atribuir esta falla al operador, esto obedece a la falta de equipo, correspondiéndole un 100% de fallas. En los rastros TIF se le atribuye un 29.8% de fallas al operador y un 92.7% al equipo. Este porcentaje resulta elevado porque no en todos los rastros se cuenta con todo lo necesario para realizar una buena operación del

amarre del recto, como son: a) Una línea de agua para realizar el lavado de la zona del ano, ya que por su función es una zona contaminada presenta un riesgo de contaminación al momento de realizar la incisión e iniciar el corte alrededor del ano y separación del recto, y b) No se contaba con esterilizador para el cuchillo que se utiliza en la operación, por lo que puede existir una contaminación cruzada.

En cuanto al contacto de la piel con la parte ya descuerada de la canal, se le atribuye al personal de rastros municipales un 51.8% de fallas y al de rastros TIF 25.7%, en cuanto al equipo es de 100% y 25.5% respectivamente, en ambos casos existen diferencias ($P < 0.05$) entre rastros. El problema latente que hay en los rastros municipales es el diseño con el cual fueron construidos, además de que el equipo viejo con el que se realizan las operaciones datan de hace más de 40 años en algunos casos. Estos equipos funcionan a través de poleas accionadas por un motor y cadena que va jalando o estirando la piel y el operador al mismo tiempo va despegando con el cuchillo la piel de la canal. En ambos casos si se agujera la piel se perjudica el precio de este subproducto y se incrementa el riesgo de contaminación. En los rastros municipales es aún más crítico ya que es manual, ello hace que el riesgo de contaminación sea aún mayor.

En cuanto al TIF todos cuentan con equipo para eliminar la piel, el cual es de jalón con cadena. El sistema de cadenas va jalando la piel de la canal y el operador desprende con cierta facilidad la piel. En este sistema, la piel cuelga por lo que es responsabilidad del operario evitar que ésta entre en contacto con la canal. Cabe señalar que es en este punto el cuello de botella en el diseño de los rastros TIF. La International meat and poultry HACCP alliance (1996), menciona que los equipos de las plantas de sacrificio como el flujo de las canales y los subproductos deben estar diseñados y distribuidos de tal forma que sea un flujo continuo. El material de construcción del equipo debe de asegurar una fácil limpieza para evitar focos de contaminación. El aspecto más importante que debe considerarse según Falkenstein (1996) es la

planificación del flujo de trabajo, ya que es importante la separación de la zona limpia y la zona sucia, ello radica en proteger la zona limpia de todo tipo de contaminación. Existen diferentes diseños de equipo para descuerar, y a este respecto, Velazco (1997) resalta que la tecnología no está estrechamente ligada a la calidad higiénica ya que algunos métodos de eliminación de piel son contrastantes en su diseño y complejidad. Por esto se debe observar, sea cual sea el método empleado, si el pelo de la piel entra en contacto con la canal por cercanía o movimiento oscilante de la canal en el equipo o la piel ya desprendida.

El amarre del esófago no se realiza en ninguna de las plantas de sacrificio evaluadas, debido a que no cuentan con el equipo para realizar la operación por lo que le corresponde un 100% de fallas para ambos rastros en el rubro de equipo. Esta fue la razón de que no se pudo evaluar la eficiencia de esta operación en el operador. Cabe aclarar que la operación anteriormente señalada se realizaba. Sin embargo, hace 2 ó 3 años se suspendió, debido a que los introductores no están dando el tiempo de dietado que dicta la norma. Esto repercute en un mayor número de estallamiento de vísceras al momento de realizar la evisceración (comentario hecho por los encargados de los rastros).

Al evaluar el porcentaje de fallas en la evisceración por parte de los operadores, en rastros municipales se encontró un 45.5% y en TIF 29.8% ($P < 0.05$). Troeger (1995), menciona que la técnica y el procedimiento para eviscerar es importante porque si el esófago no se separa de la tráquea con la posterior oclusión, entonces se debe cortar durante la extracción del tracto gastro-intestinal, pues se ha demostrado que de no hacerse así, hay una contaminación de la cara interna de la canal debido a la salida del contenido rumial en un 3 a 8% de las reses.

Enfocándonos al equipo para eviscerar con el que se cuenta en los rastros municipales y TIF es prácticamente manual, sin embargo en los primeros no presentan

tecnología como los segundos. En los rastros municipales las fallas atribuidas al equipo son del 95.5% y en TIF 9.2%. Por las características para realizar este procedimiento, donde básicamente es solo el uso del cuchillo, debe existir el uso de equipo de apoyo, como es el esterilizador para efectuar una evisceración higiénica. Se encontró que a este equipo le hace falta la línea de vapor para calentar el agua del esterilizador, por lo que el lavado de cuchillos en el “esterilizador” representa un riesgo de contaminación. De igual forma en las plantas TIF este problema no es tan drástico a excepción de una de las plantas que no presenta este equipo, pero las demás si cuenta con las líneas de vapor para calentar el agua del esterilizador.

Hay varios factores que promueven el elevado porcentaje de fallas en el proceso de sacrificio en los rastros municipales. Esto representa un riesgo latente en la contaminación de canales, por ende en la carne que se expende en carnicerías locales y mercado municipal, ya que es prácticamente los lugares a donde se destina la carne del ganado bovino sacrificado en rastros municipales. Los factores atribuidos son la poca sensibilidad de los gobiernos e instituciones de salud responsables de resguardar la salud de las personas como es la Secretaría de Salud y Asistencia (SSA), así como la falta de capacitación de los operarios. La falta de información de los consumidores sobre temas relacionados con inocuidad, evita que ejerzan presión al comercio y a las instituciones correspondientes.

En otros países, hay asociaciones de consumidores que constantemente presionan a las empresas e instituciones de salud, así como a las agencias responsables de salvaguardar y vigilar la calidad sanitaria con que se producen los alimentos destinados al consumo humano. Otros factores enfocados al problema dentro de los rastros están la falta de capacitación y adiestramiento de los operarios que realizan la evisceración, así como el dietado establecido por las normas (24 horas) que se debe dar a los animales, lo cual no se realiza.

En los rastros TIF es cerca del 30% la deficiencia que se presenta por parte de los operarios durante la evisceración. Sin embargo, son los mismos factores (monotonía del trabajo, pocas hora de dietado del animal a sacrificar) que afectan a los rastros municipales pero en mayor medida. Ello obedece a que quienes sacrifican en rastros TIF tienen una marca o un reconocimiento de la calidad de su producto, en este caso es la carne. Los clientes de este tipo de rastros ejercen una presión para que haya una mejora el proceso de sacrificio, ya que ello les permite sostener su prestigio, además de poder incursionar al mercado nacional. Cabe señalar que los hatos que tienen estos productores les permite abastecer parte del mercado nacional, por lo que se tiene la confianza de que el porcentaje de fallas disminuirá a través del tiempo.

La operación de corte en canal, no conlleva riesgo mayor por lo que en apariencia es una operación sencilla y un tanto irrelevante, pero aquí existe una fuente potencial de contaminación cruzada de no realizarse adecuadamente esta operación, ya que al cortar la canal en dos, la sierra corta la columna vertebral longitudinalmente dejando al descubierto la médula espinal.

Los problemas recurrentes en esta operación es porque los operarios no cuentan con el esterilizador para desinfectar la cinta de la sierra con la cual se corta la canal, por lo que la falla es de falta de equipo en un 100%. Para los rastros TIF se obtuvo 3.2% de fallas por el operador ya que lavaba la cinta de la sierra después de haber cortado cada 3 o 4 canales, lo recomendable es antes de cortar cada canal. Se deben lavar con agua caliente (temperatura mínima de 85° C) antes de realizar el corte de cada canal. En el caso de fallas en el equipo corresponde 57.8%, este valor es alto, pues las temperaturas del agua del esterilizador están por debajo de 81° C, siendo estas temperaturas no suficientes para considerar la cinta de la sierra libre de patógenos. Esta problema se debe a que no abren completamente la llave de vapor para calentar el agua, lo que puede producirse un crecimiento de bacterias (Lawrie, 1998). En este punto hay diferencias ($P < 0.05$) entre los rastros municipales y TIF.

El último paso dentro de lo que se consideraron las operaciones de sacrificio es el lavado. En los rastros municipales la persona encargada de esta operación, esta parada sobre el piso, quedándole la canal por arriba de él causando la dirección del agua vaya de abajo hacia arriba y de forma errática. Lo correcto debe ser de arriba hacia abajo para bajar restos de las operaciones anteriores al lavado. Además no se cuenta con pistola que lance al agua a una presión para realizar adecuadamente esta operación por lo que se tuvo 100% de deficiencia. Contrario a esto, en los rastros TIF hay dos operarios que realizan esta operación, estos se encuentran en dos niveles. El primero de ellos esta en un nivel superior respecto al segundo y a la altura del cuarto trasero, por lo que facilita el lavado y se realiza correctamente. El primer operador se enfoca a la zona de la pierna de donde esta enganchada la canal hasta la mitad de la canal, pasa la canal a la siguiente estación de lavado, donde el operario esta aproximadamente a nivel de la doceava costilla de la canal y a partir de ahí hacia abajo es responsable de lavar hasta la pata delantera. Aquí también se elimina restos de cuero, alguna parte de esófago, pulmón que haya quedado pegado y la eliminación de médula espinal. Los operarios del rastro TIF cuentan con una pistola de lavado con la cual hay un aumento en la velocidad de flujo de la salida del agua, lo que hace que la limpieza sea buena. El objetivo del lavado de acuerdo a Rosmini *et al.* (1994) es la de lavar las canales con agua potable para eliminar la suciedad y contaminantes que pudieran haberse incorporado en etapas anteriores.

Puntos Críticos de Control (PCC)

Las operaciones consideradas PCC en sacrificio, en ambos tipos de rastros evaluados en Sonora, se observan en el Cuadro 3. Para determinarlos, fue necesario apoyarse en el árbol de decisión de HACCP para cada rastro visitado, además de los porcentajes de fallas que presentó cada punto del proceso de sacrificio. Cabe mencionar que los PCC dependen en gran medida del equipamiento y la tecnología incorporada a la planta de sacrificio que esta siendo objeto de la evaluación, esto es parte de la flexibilidad del sistema HACCP.

Puntos Críticos de Control en Plantas de Sacrificio Municipales

En el caso de los rastros municipales se encontraron tres puntos críticos de control, siendo amarre de recto (PCC1M), evisceración (PCC2M) y lavado de canal (PCC3M).

Puntos Críticos de Control en Plantas de Sacrificio TIF

En las plantas de sacrificio Tipo Inspección Federal (TIF), se encontraron dos puntos críticos de control, las cuales son evisceración (PCC1TIF) y lavado de la canal (PCC2TIF).

Cuadro 3. Puntos críticos de control en el proceso de sacrificio de bovinos en cada tipo de rastro en Estado de Sonora.

Proceso	Puntos Críticos de Control	
	Municipal	TIF
Insensibilización		
Desangrado		
Pataleo		
Mugido		
Amarre de recto	<input checked="" type="checkbox"/>	
Contacto de piel con canal		
Amarre de esófago		
Evisceración	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Corte en canal		
Lavado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Nota: cada uno de estos puntos críticos de control fueron sometidos a una evaluación microbiológica, así como el agua de lavado y ambiente.

Determinación de PCC en ambos tipos de rastro.

PCCIM. En los rastros municipales no se cuenta con el equipo para esterilizar cuchillos, con el objeto de lavar la zona del ano antes de realizar el corte, tampoco se realiza ninguna operación del amarre del recto mecánica o manualmente, por lo que no se conoció el porcentaje de fallas que podía imputársele al trabajador (Cuadro 2). Del bagliví *et al.* (1979) aislaron *Salmonella* en un 4.2 % de 500 bovinos, que se encontraban en los corrales de espera, previo al sacrificio. Entre los serotipos encontrados prevaleció *Salmonella typhimurium*, debido a la permanencia en los corrales podría incrementar la tasa de portadores, siendo los bovinos y aves fuente importante de contaminación para los humanos. La CAC/GL 30 (1999) asegura que el peligro ya sea biológico, químico o físico presente en un alimento conlleva el riesgo de producir un efecto en la salud, por lo que es importante controlar en el mayor grado posible el entorno de la cadena productiva. La finalidad de ligar al recto es evitar la contaminación con heces fecales. Rosmini *et al.* (1994), consideran a las bacterias que se encuentran en la piel del animal como carga inicial y debe ser bañado con agua clorada antes de la insensibilización con el fin de eliminar o disminuir esta carga. Ellos consideran a esta operación como un punto crítico de control. no se esta de acuerdo, debido a que al insensibilizar al animal éste cae al suelo, el cual no esta limpio, incorporándose una nueva carga microbiana al pelo de la piel del animal caído. Además aún quedan movimientos peristálticos que en ocasiones sale excremento del animal insensibilizado. En la presente investigación, el amarre del recto en rastros municipales constituye un PCC1. Cabe mencionar que *Salmonella* spp tiene como reservorio natural el tracto intestinal de animales, incluso el hombre (USDA, 2001).

Rosmini *et al.* (1994), proponen el amarre del ano como algo relativamente sencillo para disminuir la contaminación, el cual es enfundar al recto y ano en una bolsa de polietileno, luego de ser extraído mediante un corte por fuera del esfínter anal y sujetar la bolsa a la altura del recto con un hilo de algodón. Este procedimiento podría

considerarse más efectivo que el realizado en plantas TIF del estado de Sonora el cual consiste en atar únicamente al recto, sin embargo en rastros municipales no se efectúa la operación del amarre, solamente se corta el esfínter anal.

PCC2M y PCCITIF. En el cuadro 2 se puede observar que en ambos tipos de rastros se consideró punto crítico de control el eviscerado. Para municipales es el segundo punto crítico de control (PCC2M), mientras que en los TIF es el primer punto crítico de control (PCCITIF). La evisceración se considera punto crítico de control (PCC) de acuerdo a Rosmini *et al.* (1994), Troeger (1995), Zeleke *et al.* (1996) y Velazco (1996), el riesgo que existe por el contenido de alimento y microorganismos presentes en el tracto digestivo que puede llegar a romperse o ser cortado por accidente, debido a diversos motivos como fatiga, falta de experiencia y habilidad del manejo del cuchillo. El estallamiento de vísceras generalmente es por un nulo dietado en los corrales, no respetándose las 24 horas previas al sacrificio del animal que marca la norma oficial (NOM-009-ZOO-1994). Esto ocurre principalmente en rastros municipales por lo que es común en Sonora, y creemos que no es privativo de esta entidad federativa. Falkenstein (1996) asegura que un aspecto importante a considerar en la construcción de un rastro es la separación de las zonas limpias y las sucias, ello disminuye el riesgo de contaminación de las canales. En los rastros municipales se cruzan las operaciones en la etapa de la evisceración, en menor grado en plantas TIF; así mismo, se dificulta el manejo de las vísceras, creándose posibles fuentes de contaminación. La International meat and poultry HACCP alliance (1996), considera la evisceración como punto crítico de control si no se cuenta con el procedimiento de prevención o reducción de contaminación microbiana en este paso o en algún punto subsiguiente.

PCC3M y PCC2TIF. El lavado de la canal de acuerdo a nuestro análisis, es un PCC, para ambos rastros. En los municipales porque no se cumple con un buen lavado el cual debe de ser de arriba hacia abajo, además no cuenta con el equipo mínimo como es la pistola de presión. En el tipo inspección federal (TIF), se consideró PCC, debido a que puede presentarse restos de piel, líquido ruminal o alimento, en la canal o cualquier punto anatómico del animal. Además debe de removerse la médula espinal de la columna vertebral, por favorecer una rápida contaminación. Velazco (1994), comenta que el lavado debe realizarse con agua fría, por otro lado el agua caliente favorece la coagulación. Por su parte Dickson y Anderson (1992) y Rosmini *et al.*, (1998) mencionan que la eliminación de contaminantes que están sobre la superficie de la canal, que pudieron haberse incorporado en etapas anteriores, se remueven por medio del lavado y subsecuentemente se puede ejecutar una sanitización. Se ha reportado que con esta práctica se disminuye la población bacteriana en la canal. Castillo *et al.* (1998), mencionan que el lavado puede hacerse con agua caliente, la cual debe estar a una temperatura entre 80 y 96° C, debido a que el simple lavado no elimina los microorganismos presentes en la materia fecal, y solo remueve la materia que es visible, para disminuir la contaminación microbiana debe utilizarse agua caliente. Sin embargo para un mejor aseguramiento de eliminación de *Salmonella* spp y *E. coli* O157:H7 que se encuentran en forma vegetativa es recomendable usar algún producto químico para descontaminación. Dickson *et al.* (1992), reporta que la *E. coli* y *Salmonella oranienburg* resisten la temperatura del agua a 80° C.

La CAC/RCP 11 (1993), establece que los centros de sacrificio de animales de abasto deben de contar con una infraestructura mínima para garantizar la inocuidad, destacando el suministro de agua caliente (82° C) para las labores de faenado. En el PROY-NOM-194-SSA1-2000 queda establecido el número de esterilizadores y lavamanos con los cuales debe contar el rastro, dependiendo del número de sacrificios de animales, así como la temperatura del agua para esterilizar cuchillos y sierra de corte.

Castillo *et al.* (1998_b), encontraron que el lavado de la canal con agua caliente disminuye los conteos de coliformes y coliformes termoresistentes, esta reducción fue menor que al utilizar solamente agua. Demostraron también que el lavado automático no es suficiente para eliminar la contaminación fecal, porque se diseminan los microorganismos a las zonas donde no estaba presente la contaminación por efecto del escurrimiento del agua. Agregan, que el uso de vapor en el lavado es más económico que pruebas de laboratorio para verificar el control bacteriano. Castillo *et al.* (1998_b), inocularon trozos de piel de bovino con *S. typhimurium* y *E. coli* O157:H7, y estas fueron sometidos a 2 lavados con sulfuro de sodio al 10%, el primero por 90 s y el segundo 60 s, posteriormente se aplicó peróxido de hidrógeno para neutralizar, observaron que la presencia de estas bacterias se redujeron.

Además Dickson *et al.*, (1992) Encontraron que el incrementar la presión del agua durante el lavado de 4.2 kg/cm² (85 kPa) a 24 kg/cm² (498 kPa) hay una reducción significativa de microorganismos en la superficie de la canal. DeZuniga *et al.* (1991) estudiando el fenómeno asevera que la presión máxima durante el lavado de la canal para que esta no sufra daño físico y los microorganismos no penetren al interior del tejido muscular, sea de 2,070 kPa. Dentro de nuestra investigación no se midió la velocidad y presión del flujo de agua, a la salida de la pistola de agua, con la cual lavaban las canales, ya que no contamos con el equipo para realizar este análisis. Cabe mencionar que las plantas TIF presentan este tipo de equipo, mientras que en los municipales no.

Schnell *et al.* (1995), evaluaron la eliminación del pelo de las reses antes del descuerado y contrastaron el resultado con el descuerado habitual. Las primeras tuvieron menos manchas visibles y menor presencia de pelos sobre la canal, sin embargo no hubo diferencia ($P > 0.05$) en la reducción de la carga bacteriana.

Análisis microbiológico

Plantas de sacrificio municipales

En el cuadro 4 se muestran las cantidades de microorganismos encontrados en este tipo de planta de sacrificio (municipales). En el PCC1M, siendo esta la zona del recto, se encontró 11.1 NMP/ml de coliformes totales y fecales, en la misma cantidad. En cuanto a mesófilos aerobios fueron contabilizados 8,550 ufc/ml y 221 ufc/ml de hongos y levaduras. No se encontró *Salmonella* spp.

El PCC2M, en el área del pecho se observó 11.05 NMP/ml de coliformes totales y en misma cantidad de coliformes fecales. La muestra total de mesófilos aerobios fue de 19,600 ufc/ml, mientras que para hongos y levaduras 9 ufc/ml. Tampoco en este punto se presentó crecimiento de *Salmonella* spp. A la altura del cuello, se encontró 11.1 NMP/ml de coliformes totales y fecales, siendo la misma cantidad que se presentó en el PCC1M. Presuntamente hubo presencia de *Salmonella* spp en este punto crítico de control. En cuanto al cuarto trasero, se halló 11.1 NMP/ml de coliformes totales y 11.05 NMP/ml de coliformes fecales, contabilizándose 73,950 ufc/ml de mesófilos aerobios y 109 ufc/ml de hongos y levaduras. También hubo ausencia de *Salmonella* spp.

En el PCC2M, se analizó microbiológicamente las manos del eviscerador, encontrándose 11.1 NMP/ml de coliformes totales, 11.05 NMP/ml de coliformes fecales y 256,750 ufc/ml de mesófilos aerobios y de hongos y levaduras 1,100 ufc/ml. No hubo presencia de *Salmonella* spp.

El PCC3M, en la zona del pecho se observó 11.1 NMP/ml de coliformes totales y misma cantidad de coliformes fecales, en cuanto a mesófilos aerobios 14,750 ufc/ml, hongos y levaduras 21 ufc/ml, no se presentó crecimiento de *Salmonella* spp. En el área del cuello, se encontró 6.55 NMP/ml de coliformes totales y fecales, siendo la misma

cantidad para ambos análisis, y 6,225 ufc/ml de mesófilos aerobios, en cuanto a hongos y levaduras el conteo fue de 34 ufc/ml, en cuanto a *Salmonella* spp no se presentó el crecimiento de esta bacteria. En el cuarto trasero, se observó 11.1 NMP/ml de coliformes totales e igual cantidad de coliformes fecales, mesófilos aerobios 6,225 ufc/ml, hongos y levaduras 24 ufc/ml, no se presentó crecimiento de *Salmonella* spp.

En el PCC3M, se tomaron muestras de las manos de la persona que introduce las canales a la cámara de conservación, encontrándose 2.10 NMP/ml de coliformes totales e igualmente de coliformes fecales, mesófilos aerobios 234 ufc/ml, 37 ufc/ml de hongos y levaduras, con ausencia de *Salmonella* spp.

Plantas de Sacrificio Tipo Inspección Federal (TIF)

En el cuadro 5 se muestran las cantidades de microorganismos encontrados en este tipo de planta de sacrificio (TIF). En el PCC1T, en el área del pecho se observó 3.87 NMP/ml de coliformes totales y en misma cantidad de coliformes fecales, en cuanto a mesófilos aerobios se contaron 6,831 ufc/ml, hongos y levaduras 888 ufc/ml, en este punto no se presentó crecimiento de *Salmonella* spp. A la altura del cuello, se encontró 4.15 NMP/ml de coliformes totales y coliformes fecales 4.35 NMP/ml, mesófilos aerobios 1,836 ufc/ml, hongos y levaduras 111 ufc/ml, no se presentó *Salmonella* spp. En cuanto al cuarto trasero, se halló 6.42 NMP/ml de coliformes totales y 3.58 NMP/ml de coliformes fecales, se contabilizó 5,139 ufc/ml de mesofilos aerobios y 312 ufc/ml de hongos y levaduras, hubo ausencia de *Salmonella* spp.

Cuadro 4. Carga microbiana en canales de bovino en puntos críticos de control (PCC) en plantas de sacrificio municipal.

Variables	PCC 1			PCC 2			PCC 3		
	Recto	Pecho	Cuello	Cuarto trasero	Manos	Pecho	Cuello	Cuarto trasero	Manos
Mesófilos aerobios (ufc/ml.)	8,550 ± 2,700	19,600 ± 16,900	10,600 ± 1,650	73,950 ± 53,550	256,750 ± 43,250	14,750 ± 10,000	6,225 ± 2,772	6,225 ± 4,075	234 ± 15
Coliformes totales (NMP/ml.)	11.1	11.05 ± 0.05	11.1	11.1	11.1	11.1	6.55 ± 4.45	6.55	2.10
Coliformes fecales (NMP/ml.)	11.1	11.05 ± 0.05	11.1	11.05 ± 0.05	11.05 ± 0.05	11.1	6.55 ± 4.45	6.55	2.10
<i>Salmonella</i>	A	A	P	A	A	A	A	A	A
Hongos y levaduras (ufc/ml.)	221 ± 159.5	9	94 ± 38.5	109 ± 106.5	1,100 ± 845	21 ± 7.5	34 ± 11	24 ± 4	37 ± 5.5

Nota: En salmonella spp. se verifica la presencia (P) o ausencia (A).

En el PCC1TIF, se analizó microbiológicamente las manos del eviscerador, encontrándose 8.34 NMP/ml de coliformes totales, 8.34 NMP/ml de coliformes fecales y 87,812.5 ufc/ml de mesófilos aerobios, hongos y levaduras 72,445 ufc/ml, hubo ausencia de *Salmonella* spp.

El PCC2TIF, en la zona del pecho se observó 5.75 NMP/ml de coliformes totales y coliformes fecales 5.47 NMP/ml, en cuanto a mesófilos aerobios 4,287 ufc/ml, hongos y levaduras 58 ufc/ml, no se presentó crecimiento de *Salmonella* spp. En el área del cuello, se encontró 5.12 NMP/ml de coliformes totales y coliformes fecales 2.18 NMP/ml, mesófilos aerobios 1,836 ufc/ml de mesófilos aerobios, en cuanto a hongos y levaduras el conteo fue de 214 ufc/ml, y *Salmonella* spp no se presentó el crecimiento de esta bacteria. En el cuarto trasero, se observó 2.31 NMP/ml de coliformes totales, la cantidad de coliformes fecales fue 0.77 NMP/ml, mesófilos aerobios 5,139 ufc/ml, hongos y levaduras 173 ufc/ml, no se presentó crecimiento de *Salmonella* spp.

En este punto (PCC2TIF), se tomaron muestras de las manos de la persona que introduce las canales a la cámara de conservación, encontrándose 4.5 NMP/ml de coliformes totales, coliformes fecales 2.95 NMP/ml, mesófilos aerobios 1,120 ufc/ml, y 26 ufc/ml de hongos y levaduras, hubo ausencia de *Salmonella* spp.

La literatura menciona en relación a las coliformes totales y fecales que, los límites máximos permitidos por la NOM-093-SSA1-1994 para coliformes totales < 10 UFC/cm² de superficie viva, Donkersgoed *et al.* (1997) encontró que el promedio de coliformes fue 2.19 MPNGU/cm². El resultado obtenido en esta investigación está por encima de lo que reportó Donkersgoed *et al.*, (1997). Cabe mencionar que la planta de sacrificio arriba mencionada, es automatizada, y nuestros muestreos se realizaron en rastros donde el sacrificio es prácticamente manual, lo que hace a nuestros valores estén por encima de lo reportado, repitiéndose este fenómeno con los demás resultados.

Cuadro 5. Carga microbiana en canales de bovino en puntos críticos de control (PCC) en plantas de sacrificio Tipo Inspección Federal (TIF).

Variables	PCC 1				PCC 2			
	Pecho	Cuello	Cuarto trasero	Manos	Pecho	Cuello	Cuarto trasero	Manos
Mesófilos aerobios (ufc/ml)	6,831 ± 2,687.57	11,592 ± 9,267.16	6,580 ± 4,276.16	87,813 ± 63,801.4	4,287 ± 3,183.18	1,836 ± 968.05	5,139 ± 2,907.85	1,120 ± 477.10
Coliformes totales (NMP/ml)	3.87 ± 1.89	4.15 ± 1.87	6.42 ± 2.17	8.34 ± 2.77	5.75 ± 1.98	5.12 ± 2.12	2.31 ± 1.49	4.5 ± 2.38
Coliformes fecales (NMP/ml)	3.87 ± 1.88	4.35 ± 1.88	3.58 ± 1.93	8.34 ± 2.77	5.47 ± 2.08	2.18 ± 1.52	0.77 ± 0.36	2.95 ± 2.72
<i>Salmonella</i>	A	A	A	A	A	A	A	A
Hongos y levaduras (ufc/ml)	888 ± 827	111 ± 79.6	312 ± 284.4	72,445 ± 70,531	58 ± 22.96	214 ± 177.8	173 ± 146.2	26 ± 12.15

Nota: En salmonella spp. se verificó la presencia (P) o ausencia (A).

Castillo *et al.* (1998_a) reportan que los conteos de coliformes totales y termoresistentes se redujeron hasta 0.5 log/cm², después de utilizar agua caliente, sin embargo, es significativamente menor el número de microorganismos, que cuando se lavó solamente con agua. También observaron que el lavado con agua no es suficiente en la eliminación de materia fecal, que se encuentra sobre la superficie de la canal. Siendo el agua caliente una buena opción en la descontaminación, incluso los tratamientos con vapor son más baratos e igualmente de eficiente que el uso de productos químicos para la descontaminación de la superficie de la canal. Cabe señalar que las bacterias coliformes son un grupo heterogéneo, y *E. coli* esta considerada como bacteria coliforme de acuerdo a la NOM-112-SSA1-1994.

Villanueva (2003), contrasta la situación que impera en rastros municipales y TIF. Estos últimos, los trabajadores no cuentan con la ropa adecuada, ni equipo suficiente para trabajar bajo condiciones de higiene. Hay presencia de moscas, aves e insectos, por lo que no hay un control, ello representa un riesgo de contaminación, Mientras que en las plantas TIF hay un control, debido a las normas higiénico sanitarias que se deben de contar para poder obtener y mantener el registro TIF.

La detección de *Salmonella*, de acuerdo a la NOM-114-SSA1-1994, se determina con ausencia o presencia de la bacteria en el alimento o agua, esta pertenece al grupo de Enterobacterias. La Federal Register (1996) del departamento de agricultura establece a la *Salmonella* como el microorganismo a buscar en productos de carne y pollo como práctica normal, ya que este microorganismo esta relacionado con enfermedades, de tal forma que al no haber presencia de *Salmonella*, significa que la contaminación esta reducida para otros patógenos entericos.

En investigaciones realizadas por Sofos *et al.*, (1999), encontraron que la incidencia de *Salmonella* fue de 2.8% para los meses que se consideraron húmedos, mientras que para los que fueron considerados meses secos la insidencia de *Salmonella*

fue de 2.1%. En el PROY-NOM-194-SSA1-2000, establece como límite máximo permitido la presencia de *Salmonella* en carne fresca de cero, ausencia total. Por otro lado la *E. coli* O157:H7 de acuerdo a la investigación de Sofos *et al.*, (1999) presenta una incidencia $\leq 5\%$ en heces y ganado, esto refuerza la razón por la cual la Federal Register busca a la *Salmonella*, como una bacteria indicadora de calidad higiénica-sanitaria de la canal o carne. No tiene el mismo parámetro de importancia esta última bacteria en canal como lo tiene en productos elaborados como la carne de Hamburguesa.

La determinación de mesófilos aerobios, de acuerdo a la NOM-092-SSA1-1994, establece que la carga viable de microorganismos en los alimentos es común. Esta técnica no pretende evidenciar los microorganismos, ya que la variedad de especies y necesidades nutricionales, temperatura, disponibilidad de oxígeno, etc. hace que el número de colonias constituyan una estimación de la cifra real. Siragusa *et al.*, (1998), reporta que los mesófilos no son un indicador directo de la sanidad de la carne cruda, no puede determinarse un nivel de contaminación por medio de esta técnica. Donkersgoed *et al.*, (1997), obtuvieron un promedio de bacterias aerobias en canales 3.38 MPNGU/cm² (Número más probable de unidades de crecimiento por centímetro cuadrado), mientras que Zeleke *et al.*, (1996) analizando el pecho, cuello y cuarto trasero en las etapas de desollado, evisceración y cámara de refrigeración las medias se encontraron entre 2.5 y 5 UFC/20cm².

Por otro lado, Castillo *et al.*, (2001) analizaron las reducciones por medio de lavado con agua caliente y una posterior descontaminación con ácido láctico, resultando una reducción de 3.0 a 3.3 ciclos logarítmicos en agar para conteo en placa (APC por sus siglas en inglés), y los conteos de coliformes y *E. coli* se redujeron a niveles indetectables, esto se observó en canales tratadas, mientras que en las no tratadas se presentaron en un rango de 52.5 a 92.5%.

Entro estudio Jericho *et al.*, (1997), señalan que el uso de la membrana de filtración hidrofóbica (HGMP, por sus siglas en inglés) permiten un análisis rápido en el conteo de bacterias aerobias y *E. coli*, como medida de control de higiene en la producción y enfriamiento de las canales. Consideramos que la NOM-092-SSA1-1994, es rápida y precisa, Jericho *et al.*, (1997) no indican el tiempo en que se obtienen los resultados, sin embargo los microorganismos viables tienen un periodo de adaptación y reproducción.

Los mohos y levaduras se utilizan como indicador de prácticas sanitarias durante la producción según la NOM-111-SSA1-1994. Estos microorganismos provocan deterioro fisicoquímico, debido a la metabolización de carbohidratos, ácidos orgánicos, proteínas y lípidos, produciendo malos olores y alterando el color y sabor. Así mismo sintetizan metabolitos tóxicos termoresistentes.

Tinney *et al.*, (1997) reportan que la utilización de ácido acético al 2%, aplicado en forma de spray sobre la superficie de la canal reduce un 61%, y al aplicarle corriente eléctrica (1,200 v/2.5 cm) hay una disminución del 65% del total de coliformes. No encontraron diferencias, por lo que es una buena opción para nuestros rastros la aplicación de ácido acético para disminuir la carga bacteriana. Este mismo método redujo la carga de mesofilos aerobios en 52% y 56% bajo las condiciones descritas anteriormente. La reducción de *S. typhimurium* fue de 90% y 91% respectivamente, en ninguno de los casos se observó que el campo eléctrico aplicado presentará sinergia.

Lo anteriormente, contrasta con lo reportado con Bacon *et al.*, (2000), donde las reducciones de cargas bacterianas son mayores cuando se aplican los tratamientos de descontaminación en combinación, que al aplicarlos individualmente. Cabe señalar que este grupo de investigadores no utilizó campo eléctrico.

Cuadro 6. Posibles vectores de los microorganismos para contaminar las canales en ambos tipos de plantas de sacrificio.

Variables	Municipal		Tipo Inspección Federal	
	Agua	Ambiente	Agua	Ambiente
Mesófilos aerobios (ufc/mL)	0	129 ± 5,5	0	18 ± 4,60
Coliformes totales (NMP/mL)	0		0	
Coliformes fecales (NMP/mL)	0		0	
<i>Salmonella</i>	A		A	
Hongos y levaduras (ufc/mL)	0	26 ± 1,5	0	7 ± 3,69

Nota: En salmonella spp. se verificó la presencia (P) o ausencia (A).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Las fallas encontradas en los rastros municipales (RM) son más altas que en los rastros Tipo Inspección Federal (RTIF), debido al poco equipo y de mantenimiento del mismo, falta de capacitación del personal, así como el interés de inversión por parte del gobierno.
- Los porcentajes de fallas más altos en los RM fueron: el amarre de recto, contacto de piel con canal, amarre de esófago, evisceración, corte en canal y el lavado. En el caso de los RTIF fueron: amarre de recto, amarre de esófago y corte en la canal.
- En los RM se presentan tres puntos críticos de control, siendo estos amarre de recto, evisceración y lavado; en los RTIF fueron evisceración y lavado de canales.
- Las condiciones microbiológicas de las canales en los RM. Son mayores que en los RTIF debido a el alto conteo de coliformes totales y fecales, así como la presencia de *Salmonella* spp.
- Falta reforzar e implementar planes y estrategias para asegurar la calidad higiénica, en el proceso de sacrificio de bovinos; como buenas prácticas de manufactura e higiene con el fin de disminuir la contaminación por parte de los operadores.
- Las condiciones sanitarias del agua utilizada en el proceso de sacrificio de ganado bovino son adecuadas en RM y RTIF, pues no se presentó crecimiento de microorganismos.

Por lo anteriormente descrito, se recomienda:

- ✓ Realizar un seguimiento de las cargas microbianas después de las 24 horas de refrigeración, correlacionandolas con la temperatura y el cambio de pH en la canal.
- ✓ Realizar un análisis microbiológico a través del tiempo para comprobar si hay variación de las cargas microbianas en las cuatro estaciones del año.
- ✓ Analizar específicamente microorganismos patógenos en el proceso de sacrificio como: *Listeria monocytogenes*, *E.coli O157:H7*, *Yersinia*, *Staphylococcus*, *Campylobacter*.
- ✓ Es importante realizar la caracterización de Puntos Críticos de Control a los subproductos derivados del sacrificio de los bovinos.
- ✓ Participar junto con las instituciones de Gobierno en mejorar las instalaciones de sacrificio para ser más eficientes y mejorar en la calidad de la carne que se obtiene en estas plantas de sacrificio.
- ✓ Enfocar esfuerzos de instituciones educativas de nivel superior y centros de investigación, para informar a través de boletines en medios de comunicación impresa temas relacionados a sanidad e inocuidad de los alimentos a la población.
- ✓ Los centros de investigación deben crear proyectos en conjunto con gobiernos estatales, y municipales para detectar la problemática de los rastros y transferir la tecnología necesaria para mejorar las plantas de sacrificio (proyección: mediano y largo plazo).

- ✓ Instituciones como SAGARPA, SSA, Asociaciones ganaderas, deben estrechar la vigilancia y el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas, para el sacrificio de animales de abasto para consumo humano, vigentes en los Estados Unidos Mexicanos; en plantas de sacrificio Tipo Inspección Federal y municipales que operan en la actualidad (Proyección: carácter urgente).

BIBLIOGRAFÍA

- Anil M., Love S., Helps C., Harbour D. (2002) "Potencial for carcass contamination with brain tissue following stunning and slaughter in cattle and sheep". *Food control*. 13:431-436
- Atlas del Estado de Sonora. (1993), Ed. Gobierno del Estado de Sonora. Hermosillo, Sonora. Pp 18.
- Bacon R., Belk K., Sofos J., Clayton R., Reagan J., Smith G. (2000) "Microbial populations on animal hides and beef carcasses at different stages of slaughter in plants employing multiple-sequential interventions for decontamination". *Journal of food protection* 63 (8) 1080-1086
- Berlijn D., Orozco F., Paltrinieri G., Usami O., Medina J., Meyer M., (2001). Control de calidad de productos agropecuarios. Editorial Trillas S.A. de C.V. México D.F.
- Billy T. (2002) "HACCP- a work in progress". *Food Control* 13:359-362
- CAC/GL 30 (1999). Principios y directrices para la aplicación de la evaluación de riesgos microbiológicos 1-6
- CAC/RCP 11-1976, Rev. 1 (1993), Código internacional recomendado de prácticas de higiene para la carne fresca. 1-35
- Castillo A., Dickson S., Clayton P., Lucia M., Acuff R., (1988_a) "Chemical dehairing of bovine skin to reduce pathogenic bacteria and bacteria of fecal origin". *Journal of protection* 61(5) 623-625

- Castillo A., Lucia M., Goodson J., Savell W., Acuff R., (1998_b) "Use of water for beef carcass decontamination", *Journal of Food Protection*. 61 (1) 19-25
- Castillo A., Lucia M., Mercado I., Acuff G., (2001) "In-plant evaluation of lactic acid treatment for reduction of bacteria on chilled beef carcasses", *Journal of Food Protection*. 64 (5) 738-740
- Cliver D., (1991) "Foodborne diseases". *Journal Food Control* 2 (4) 241-242
- De la Cruz G. J., (1998). "Diagnóstico para el establecimiento del sistema de análisis de riesgos y puntos críticos de control (HACCP) en una planta tipo inspección federal", Tesis de la facultad de zootecnia, de la Universidad Autónoma de Chihuahua.
- Del Baglivi B., Del Baglivi L., Barriola J., (1979). "Salmonela en bovinos faenados". *Rev. Lat-amer. Microbiol.* 21; 1-4
- DeZuniga A., Anderson M., Marshall R., Lannotti E. (1991). "A model system for studying the penetration of microorganisms into meat". *Journal Food Protection* 54:256-258
- Dickson J., Anderson M. (1992) "Microbiological decontamination of food animal carcasses by washing and sanitizing systems: A review". *Journal of food protection*. 55 (2) 133-140
- Donkersgoed Van J., Jericho K., Grogan H., Thorlakson B., (1997), "Preslaughter hide status of cattle and the microbiology of carcasses", *J. of Food Protection*, vol.60 (12) 1502-1508

- Falkenstein J. (1996), "Optimización de la calidad en establecimientos de matanza, despiece y procesamiento, mediante la aplicación de soluciones integrales", *Fleischwirth español* (1) 6:11
- Federal Register (1996). Pathogen Reduction; Hazard análisis and Critical Control Point (HACCP) Systems; final rule. USDA-FSIS. Fed. Regist. 61 38805-38989.
- FIRA (1999), "Oportunidades de desarrollo de la industria de la carne de bovino en México", Subdirección técnica.
- Frazier W. C., Westhoff D. C. (2000), *Microbiología de los alimentos*, 4a edición, editorial Acribia, S. A. Cap. 14, pp 289-291.
- Gill C., Jones S., Tong A., (1991). "Application of a temperature function integration technique to assess the hygienic adequacy of a process for spray chilling beef carcasses", *Journal of food protection*. 54 (9) 731-736.
- Giménez-Zapiola M. (2004), "La reducción del estrés del manejo (II parte)", *Ganadería intensiva: Carne y Leche*, 31:13-22
- Gracey J. (1989), *Higiene de la carne*. 8ª Edición. De Interamericana, McGraw-Hill, Madrid, España.
- Grandin T. (1999), "Buenas prácticas de trabajo para el manejo e insensibilización de animales". Depto. Animal Science, Colorado State University, USA
- Harris K., Savell J., (2003), "Best practices for beef slaughter" Developed by: National meat association, South meat association, American meat institute, National

cattlemen's beef association, Department of animal Science Texas A&M University.

Hofmann K., (1994), "Conceptos de calidad en carne y productos cárnicos, su significados científico y práctico" *Fleischwirtsch, español* 2:3-12

Huffman R.D., (2002). "Current and future technologies for the decontamination of carcasses and fresh meat". *Meat Science*. 62:285-294

Internacional Meat and Poultry HACCP Alliance (1996), "Generic HACCP model for beef slaughter", USDA, Food safety and inspection service, Kansas City USA.

Jericho K., Kozub G., Gannon V., Golsteyn E., King R., Bigham R., Tanaka E., Dixon J., Nishiyama., Kirbyson H., Bradley J., (1997) "Verification of level of microbiological control for the slaughter and cooling processes of beef carcass production at a High-Line-Speed abattoir". *Journal of food protection* 60 (12) 1509-1514

Kasprowiak R., Hechelmann H., (1993), "Puntos críticos de higiene en los establecimientos de sacrificio, de deshuesado y de procesamiento de la carne". *Fleischwirtsch español* (1) 42-51

Kenneth M., Knabel S., Mendenhall V., (1999) "A model train the trainer program for HACCP based food safety training in the retail/food service industry: an evaluation", *Journal of Extension* 37 (3). <http://joe.org/joe/1999june/al.html>

Knabel S. J. (2003) "Resumen de la situación científica. Enfermedades transmitidas a través de los alimentos". Panel de expertos del institute of technoloists. U.S.A.

Lawrie R. A. (1977), *Ciencia de la carne*, 2ª edición, editorial Acribia S.A. Cap. 6, pp 180-187.

Lawrie R.A. (1998), *Meat Science*, 6ª edición, Ed. Technomic Publishing Co.

Libby A. J. (1981), *Higiene de la carne*, Editorial Continental, S. A., México D.F. pp 83

Madigan M., Martinko J., Parker J., (1999) Brock, *biología de los microorganismos*, 8ª edición, editorial Prentice Hall Iberia, España. Pp 971, 973

Mercedes J. (1994) "La regulación sanitaria en México y el tratado de libre comercio". *Salud Pública de México* 36 (6) 617-623

México Calidad Suprema (2002). "Pliego de condiciones para la carne de bovino", SAGARPA/SENASICA.

Mortarjemi Y., Käferstein F., Moy G., Miyagawa S., Miyagishima K. (1996) "Importance of HACCP for public health and development, the role of world health organization", *Journal of Food Control*. 7 (2) 77- 85

NCSS System statical (2001).

Norma Oficial Mexicana. NOM-004-ZOO-1994. Control de residuos tóxicos en carne, grasa, hígado y riñón de bovinos, equinos, porcinos y ovinos.

Norma Oficial Mexicana. NOM-008-ZOO-1994. Especificaciones zoonosanitarias para la construcción y equipamiento de establecimientos para el sacrificio de animales y los dedicados a la industrialización de productos cárnicos.

Norma Oficial Mexicana. NOM-009-ZOO-1994. Proceso sanitario de la carne.

Norma Oficial Mexicana. NOM-010-ZOO-1995. Determinación de cobre, plomo y cadmio en hígado, músculo y riñón de bovinos, equinos, porcinos, ovinos y aves, por espectrometría de absorción atómica.

Norma Oficial Mexicana. NOM-011-ZOO-1994. Determinación de sulfonamidas en hígado y músculo de bovinos, ovinos, equinos, porcinos y aves por cromatografía capa fina densitometría.

Norma Oficial Mexicana. NOM-014-ZOO-1994. Determinación de cloranfenicol en músculo de bovinos equinos, porcinos, ovinos y aves, por cromatografía de gases.

Norma Oficial Mexicana. NOM-015-ZOO-1994. Análisis de arsénico, en hígado, músculo y riñón de bovinos, equinos, porcinos, ovinos y aves por espectrometría de absorción atómica.

Norma Oficial Mexicana. NOM-016-ZOO-1994. Análisis de mercurio en hígado, músculo y riñón de bovinos, equinos, porcinos, ovinos y aves, por espectrometría de absorción atómica.

Norma Oficial Mexicana. NOM-017-ZOO-1994. Análisis de bencimidazoles en hígado y músculo de bovinos, equinos, porcinos, ovinos y aves por cromatografía de líquidos de alta resolución.

Norma Oficial Mexicana. NOM-020-ZOO-1995. Determinación de ivermectinas en hígado de bovinos, equinos, porcinos, ovinos y aves por cromatografía de líquidos alta resolución.

Norma Oficial Mexicana. NOM-021-ZOO-1995. Análisis de residuos de plaguicidas organoclorados y bifenilos policlorados en grasa de bovinos, equinos, porcinos, ovinos y aves por cromatografía de gases.

Norma Oficial Mexicana. NOM-030-ZOO-1995. Especificaciones y procedimientos para la verificación de carne, canales, vísceras y despojos de importación en puntos de verificación zoosanitaria.

Norma Oficial Mexicana. NOM-033-ZOO-1995. Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres.

Norma Oficial Mexicana. NOM-051-ZOO-1995. Trato humanitario en la movilización de animales.

Norma Oficial Mexicana. NOM-054-ZOO-1996. Establecimiento de cuarentenas para animales y sus productos.

Norma Oficial Mexicana. NOM-058-ZOO-1999. Especificaciones para las instalaciones y operación de los puntos de verificación e inspección zoosanitaria.

Norma Oficial Mexicana. NOM-064-ZOO-2000. Lineamientos para la clasificación y prescripción de productos farmacéuticos veterinarios por el nivel de riesgo de sus ingredientes activos.

Norma Oficial Mexicana. NOM-092-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.

Norma Oficial Mexicana. NOM-093-SSA1-1994. Bienes y servicios. Prácticas de higiene y sanidad en la preparación de alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos.

Norma Oficial Mexicana. NOM-111-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.

Norma Oficial mexicana. NOM-112-SSA1-1994. Bienes y servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable.

Norma Oficial Mexicana. NOM-114-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la determinación de salmonella en alimentos.

Norma Oficial Mexicana. NOM-120-SSA1-1994. Bienes y servicios. Prácticas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas.

Norma Oficial Mexicana. NOM-127-SSA1-1994. Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

Norma Oficial Mexicana. NOM-EM-006-SSA1-2002. Productos y servicios. Especificaciones microbiológicas para productos procesados en los establecimientos dedicados al sacrificio, faenado de animales para abasto, corte, deshuese, envasado, almacén y expendio.

Norma Oficial Mexicana. PROY-NOM-194-SSA1-2000. Bienes y servicios. Especificaciones sanitarias en los establecimientos dedicados al faenado de animales para abasto, corte, deshuese, envasado, almacén y expendio. Especificaciones sanitarias de productos.

- Norma Oficial Mexicana. PROY-NOM-210-SSA1-2002. Productos y servicios.
Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos
indicadores. Determinación de microorganismos patógenos y toxinas
microbianas.
- OMS, (2002) "Inocuidad de los alimentos", Editorial OMS. Pp 74-79
- Paltrinieri G. (1991), Manuales para educación agropecuaria: Taller de carne. Ed.
Trillas, México D.F. pp 77
- Parrilla C. M. C., Vázquez C. J. L., Saldade C. E. O., Nava F. L. M. (1993), "Brotos de
toxiinfecciones alimentarias de origen microbiano y parasitario". Salud Pública
de México, 35:5
- Quinn B., Marriott N., (2002), "HACCP plan development and assessment: a review", J.
of muscle foods (13) 313-330
- Rosmini M., Otero L., Moreyra A., Pecorelli M., Santina D., (1994), "Análisis de riesgo
y puntos críticos de control en líneas de faena de bovinos", Fleischwirth español
(1) 6:12
- Rothery B. (1998) "Normas en la industria de los servicios: ISO 9000 – ISO 14000", Ed
Panorama, México D.F.
- SAGARPA/SENASICA. (2003), Manual de buenas prácticas pecuarias en el sistema de
producción de ganado productor de carne en confinamiento. Pp 19

- Sandrou D., Arvanitoyannis I. (1999). "Implementation of hazard analysis critical control point in the meat and poultry industry", *Food Rev. Int.* 15 (3) 265-308
- Schnell T., Sofos J., Littlefield V., Morgan J., Gorman B., Clayton R., Smith G. (1995) "Effects of posexanguination dehairing on the microbial load and visual cleanliness of beef carcasses". *Journal of food protection* 58 (12) 1297-1302
- Scott N., Moberg L., (1995), *Establecimiento de programas de análisis de riesgos y puntos críticos de control*. Cap. 4 Pp 14, 24-25
- Siragusa R., Dorsa J., Cutter N., Bennet L., Keen E., Koohmaraie M., (1998). "The incidence of *Escherichia coli* on beef carcasses and its association with aerobic mesophilic plate count categories during the slaughter process". *J. of Food Protection*. 61 (10) 1269-1274
- Sofos J., Belk K., Smith G., (1999) "Processes to reduce contamination with pathogenic microorganisms in meat". Report research of department of animal science, Colorado State University, Fort Collins, CO, USA.
- Swaminathan B., Feng P. (1994) "Rapid detection of food-borne pathogenic bacteria". *Annu. Rev. Microbiol.* 48:401-426
- Taddei C., Robles J., (2003) "Memorias: XXXIX Reunión Nacional de investigación pecuaria", UNAM.
- Teitelbaum D. (2002), "Detección de patógenos en carnes", *Énfasis alimentación* (5): 68:74

- Tinney S., Miller F., Ramsey B., Thompson D., Carr A., (1997), "Reduction of microorganisms on beef surfaces with electricity and acetic acid". J. of Food Protection, 60 (6) 625-628
- Troeger K. (1995), "Evaluación de los riesgos de higiene durante la matanza", Fleischwirtsch español (1) 8:14
- USDA (2001), "Factores sobre la seguridad de los alimentos. Intoxicación Alimentaria: lo que deben saber los consumidores", Boletín Septiembre 2001.
- Velazco J. (1997), "Maximización de la higiene de la canal". Carnetec, 4 (8) 14-16
- Velazco J., (1994). "Procedimientos de sacrificio de bovinos y puntos críticos de control". Carnetec, abril 14- 18
- Villanueva M. V. (2003). Manejo higienico sanitario de la carne en los centros de sacrificio en México. sitio web
www.eddhecu.gob.mx/camdij/com1vii/comeco/foro3/presenta.htm
- Weeb F. C. (1966), Ingeniería química, Editorial Acribia S. A. Cap. 3, pp 47-48.
www.monografias.com/trabajos15/carne-bovino-australia/carne-bovino-australia2.shtml
- www.panalimentos.org/haccp2/GUIA5.htm
- www.sagarpa.gob.mx
- Zelege M., Ellerbrock L., Weise E., Arndt G., Zessin K., (1996), "Aplicación del concepto HACCP en la matanza de vacunos", Fleischwirtsch español (1) 2:5

Anexos

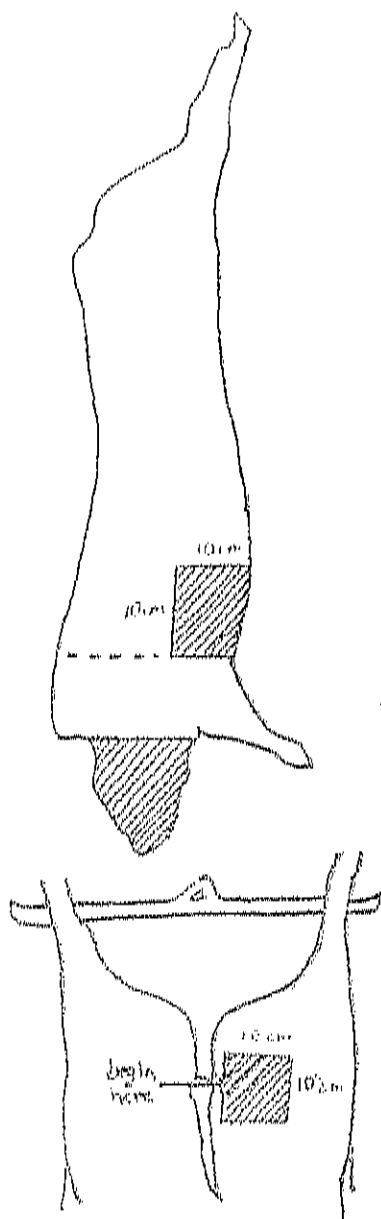
Condiciones generales de la planta
Temp. zona de proceso
Humedad relativa
Temp. Pre-enfriado
Temp. Cámara
Sistema de transporte

PROY.: Caracterización de puntos críticos de control en plantas de sacrificio de bovinos en el Estado de Sonora.

Rastro tipo:		Municipio:		Encuestador:						Fecha:									
Animal N°	N° balanzas	Desagradado 1) Bueno 2) Regular 3) Malo	Pataleo si no	Mugido		Amarre de recto		Contacto de piel con canal		Amarre de esófago		Exstercación		Corte en canal		Lavado ¿Cómo?			
				si	no	ep	ca	ep	ca	ep	ca	ep	ca	si	no	si	no	si	no
				T° Canal		T° Canal		T° Canal		T° Canal		T° Canal		T° Canal		T° Canal		T° Canal	

CIAD, A. C

Anexo I. Formato utilizado para recopilar datos en los diferentes tipos de plantas de sacrificio (rastros) dedicados a la matanza de ganado bovino en Sonora.



Anexo II. Zona anatómica de muestreo microbiológico en canal de bovino.

Anexo III

Preparación de Buffer de fosfatos.

Solución concentrada:

Se disuelven 34 g de fosfato de sodio en 500 ml de agua y ajustó el pH a 7.2 con hidróxido de sodio 1.0 N, posteriormente se aforo a un litro con agua, esterilizándose a $121 \pm 1^\circ \text{C}$ por 15 min. la solución se conservó en refrigeración.

Solución de trabajo:

Se tomó 1.25 ml de la solución concentrada y se aforo a un litro, seguido de distribuir 9 ml en tubos con rosca de 16 x 160 mm para las diluciones, así como también transferir buffer del matraz de aforación 100 ml a frascos de plástico con rosca para pasos subsiguientes. Distribuido el buffer en tubos y frascos se esterilizó en autoclave a 121°C por 15 min.

Anexo IV

Preparación de caldo lactosado:

De caldo lactosado en polvo se pesaron 13 g disolviéndose en un litro de agua bidestilada con agitación constante, Se transfirió 9 ml de caldo lactosado a tubos con rosca de 16 x 160 mm de acuerdo al número de muestras y diluciones requeridas para el análisis microbiológico, también se transfirió 225 ml a frascos con rosca para el análisis de *Salmonella spp.* Una vez que se tienen los tubos y frascos para el análisis se procede esterilizar en autoclave (marca Market Forget) a 121° C por 15 min.

Anexo V

Preparación de caldo Brilla:

Se pesó 40 g de polvo de bilis verde brillante (Brilla) disolviéndose en 1000 ml de agua bidestilada, ocurrido esto se procedió a transferir 9 ml de tubos de ensayo de 16 x 160 mm con rosca de acuerdo al número de muestras, correspondiente a serie de 3 tubos por dilución, además se provee a cada tubo una campana Durham, seguido de esterilizado en autoclave a 121° C por 15 min. pasado el tiempo, el medio esta listo para emplearse.

Anexo VI

Preparación de caldo EC:

De polvo de caldo EC fueron pesados 37 g los cuales fueron disueltos en 1000 ml de agua bidestilada y repartidos en tubos de ensayo con rosca de 16 x 160 mm provistos de campana Durham, posteriormente se procedió a esterilizar en autoclave durante 15 min, a 121° C, transcurrido el tiempo de enfriado el medio esta listo para se utilizado.

Anexo VII

Preparación de tetracionato:

En la preparación de 100 ml se pesó 4.6 g de polvo de tetracionato, disolviéndose en agua estéril bidestilada, se agitó y calentó constantemente en placa de calentamiento (marca Corning, Mod. PC-420); enseguida se transfirió 10 ml a tubos de ensayo de 16 x 160 mm con rosca previamente esterilizados todo ello realizado cerca del mechero, quedando el medio listo para utilizarse, el día de su uso se agrega 200 µl de lugol y 100 µl de verde brillante.

Anexo VIII

Preparación de selenito cistina:

Se pesó 2.3 g de polvo de selenito cistina para preparar 100 ml de este medio, utilizando agua estéril bidestilada, agitando y calentando constantemente; posteriormente se transfirió 10 ml a tubos de ensayo con rosca de 16 x 160 mm, esterilizados previamente quedando listo el medio para su inoculación.

Anexo IX

Preparación de agar XLD:

Se pesó 55 g de polvo de agar XLD disolviéndose en 1000 ml de agua estéril bidestilada, se calentó y agitó constantemente hasta hervir, posteriormente se vertió de 18 a 20 ml del medio a cada caja petri dejando enfriar hasta gelificar.

Anexo X

Preparación de agar Entérico Hektoen:

Se pesaron 76 g de polvo de agar Entérico Hektoen los cuales fueron disueltos en 1000 ml de agua estéril bidestilada, se agitó y calentó constantemente en plato hasta hervir, en seguida se vertió de 15 a 20 ml de medio a cada caja petri dejando enfriar hasta melificar para su posterior uso. Toma, transporte y recuperación de muestras.

Anexo XI

Preparación de agar Sulfito Bismuto:

De polvo de agar sulfito bismuto se pesaron 52 g, y se disolvió en 1000 ml de agua estéril bidestilada, se agitó y calentó continuamente hasta hervir, seguido de repartir en cajas petri aproximadamente 15 a 18 ml del medio, dejando enfriar hasta gelificar para uso ulterior.

Anexo XII

Preparación de agar PC:

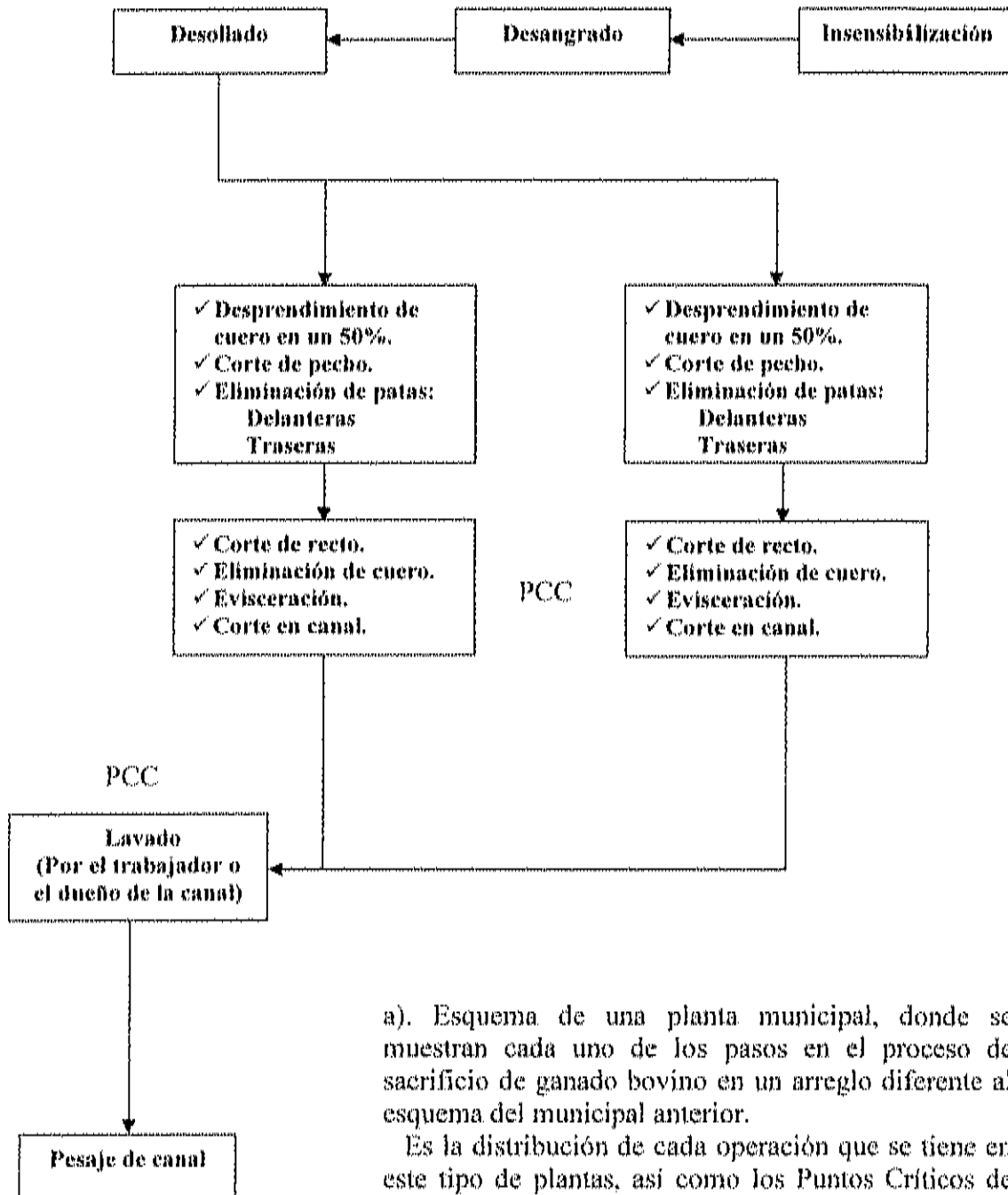
Se pesaron 23.5 g de polvo de agar PC disolviéndose en 1000 ml de agua bidestilada en matraz Erlenmeyer con agitación constante, tapándose con papel aluminio y cinta, una vez disuelto el polvo de PC se procedió a esterilizar el medio en auto clave, posteriormente se dejó enfriar y guardó en refrigeración, al momento de utilizar se agregó la solución cloruro de tetrazolio al momento de que el medio tenía una temperatura de aproximadamente 38°C, previamente fundido en agar; se procede a verter en la cajas petri.

Anexo XIII

Preparación de agar papa dextrosa (PDA):

Se pesaron 39 g de polvo de PDA disolviéndose con agitación en 1000 ml de agua bidestilada en matraz Erlenmeyer, se tapó la boca del matraz con papel aluminio y cinta, posteriormente se esterilizó en autoclave, al terminó de la esterilización se dejó enfriar hasta melificar, todo ello sin agregar ácido tartárico al 10%; siendo el ácido tartárico agregado hasta el momento de utilizarse el agar, para agregarse el ácido debe estar el agar a una temperatura de aproximadamente 38°C, para verter a las cajas petri.

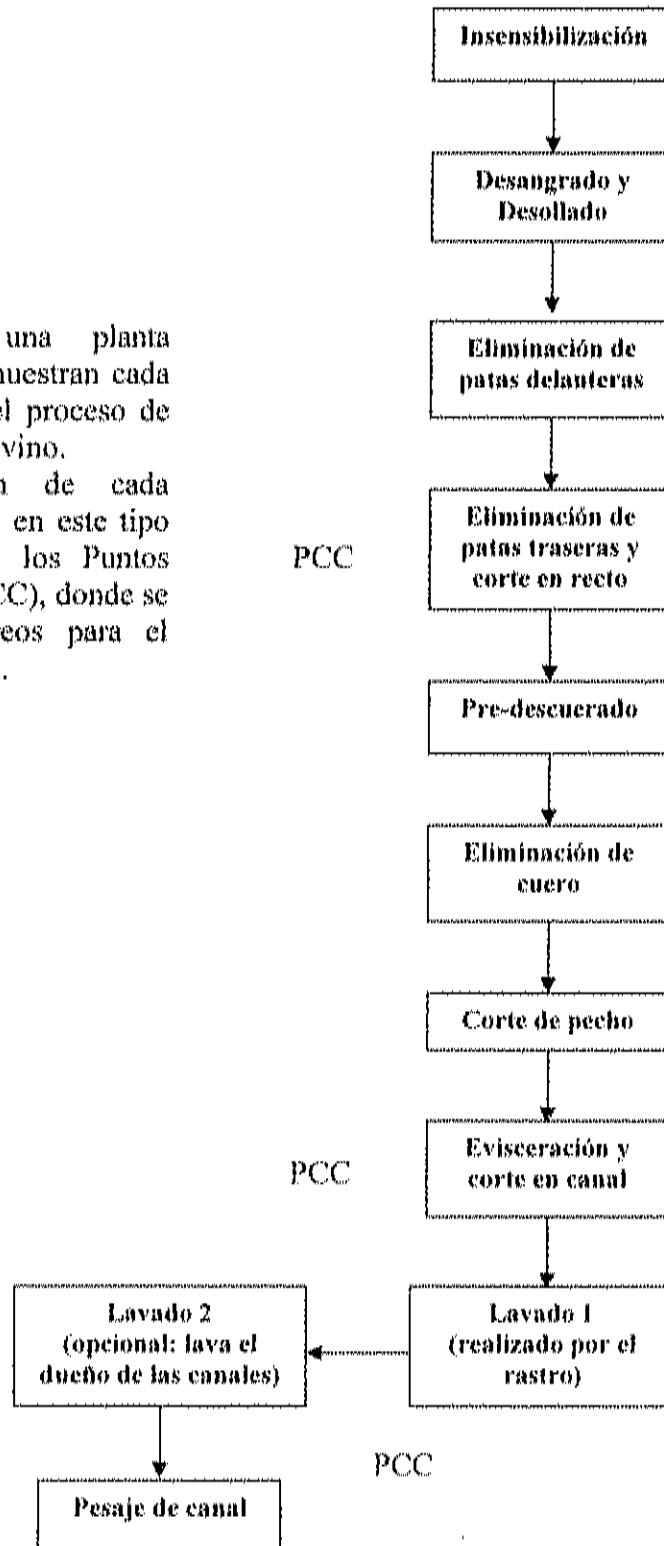
Anexo XIV



Anexo XIV

b). Esquema de una planta municipal, donde se muestran cada uno de los pasos en el proceso de sacrificio de ganado bovino.

Es la distribución de cada operación que se tiene en este tipo de plantas, así como los Puntos Críticos de Control (PCC), donde se realizaron los muestreos para el análisis microbiológico.



Anexo XV

