

# EVALUACIÓN DE RIESGOS DE LOS RASTROS Y MATADEROS MUNICIPALES

México, D.F., Julio de 2006

Elaborado por:

- Marcelo Signorini Porchietto
- Sandra Civit Gual
- Mauricio Bonilla Padilla
- María Elena Cervantes Ramírez
- Miguel Calderón Vázquez
- Alberto Pérez Montecillo
- María del Pilar Espejel Maya
- Carlos Almanza Rodríguez

Revisado por:

- José Luis Flores Luna
- Consejo Técnico Consultivo Nacional de Sanidad Animal
- Comisión Nacional del Agua

## Índice general

Pág:

4 -	A) Resumen ejecutivo
5 -	B) Introducción
6 -	C) Metodología
7 -	D) Parte I: Condiciones sanitarias de los rastros y mataderos municipales
7 -	1. Análisis descriptivo de la información relacionada con la calidad de la carne obtenida
17 -	2. Información relacionada con la promoción de la salud
18 -	3. Diagramas de flujo
20 -	4. Descripción de cada operación e identificación de los peligros asociados
31 -	E) Parte II: Evaluación de riesgos derivados del vertido de aguas residuales y decomisos
31 -	1. Identificación del peligro
32 -	2. Caracterización del peligro
32 -	2.1 Consumo de agua potable
33 -	2.2 Descripción y consumo de agua en las diferentes etapas del proceso
33 -	2.2.1 Recepción y manejo del ganado (inspección <i>ante-mortem</i> )
43 -	2.2.2 Aturdimiento o insensibilización y sacrificio
35 -	2.2.3 Proceso de rasurado (depilado) y retiro de la piel en porcinos
36 -	2.2.4 Remoción del cuero en ganado bovino
37 -	2.2.5 Desplumado de las aves
37 -	2.2.6 Evisceración y división de la canal
39 -	2.2.7 Inspección <i>post-mortem</i> y procesamiento de las vísceras
40 -	2.2.8 Lavado de la canal
40 -	2.2.9 Limpieza de las instalaciones
40 -	2.3 Descarga de aguas residuales
42 -	2.4 Limitaciones
42 -	3. Evaluación del riesgo
43 -	3.1 Análisis de los datos
43 -	3.1.1 Consumo de agua
45 -	3.1.2 Procedencia del agua
49 -	3.1.3 Vertido de aguas residuales
52 -	3.1.4 Aguas residuales vertidas al tanque de tratamiento
54 -	3.1.5 Destino de los decomisos y de la sangre
56 -	4. Caracterización del riesgo
57 -	F) Análisis de costos
60 -	G) Bibliografía
62 -	H) Glosario

## Índice de tablas

Pág:

8 -	Tabla 1: Faena anual estimada de bovinos
8 -	Tabla 2: Faena anual estimada de porcinos
8 -	Tabla 3: Faena anual estimada de ovinos y caprinos
9 -	Tabla 4: Faena anual estimada de aves
9 -	Tabla 5: Distribución de rastros y mataderos por estado
10 -	Tabla 6: Fecha de construcción de los establecimientos encuestados
11 -	Tabla 7: Información sobre aspectos que afectan la calidad de la carne
16 -	Tabla 8: Sacrificio de bovinos
16 -	Tabla 9: Sacrificio de porcinos
16 -	Tabla 10: Separación de la piel
17 -	Tabla 11: Promoción de la salud
28 -	Tabla 12: Distribución de la faena anual por especie y nivel de riesgo de los rastros

29 -	Tabla 13: Distribución de la faena anual por especie y nivel de riesgo de los mataderos
29 -	Tabla 14: Distribución de riesgo de los rastros en función del tamaño de la población
33 -	Tabla 15: Datos de insumos y salidas en el proceso de recepción para porcinos y bovinos
34 -	Tabla 16: Datos de insumos y salidas en la insensibilización y sacrificio de porcinos, bovinos y aves
36 -	Tabla 17: Datos de insumos y salidas en la depilación de los porcinos
36 -	Tabla 18: Datos de insumos y salidas en la remoción de cuero en el ganado bovino
37 -	Tabla 19: Datos de insumos y salidas en la remoción de plumas de las aves
38 -	Tabla 20: Datos de insumos y salidas en la evisceración y corte de la canal
39 -	Tabla 21: Datos de insumos y salidas del procesamiento del tracto gastrointestinal
40 -	Tabla 22: Necesidades de agua por animal sacrificado y faenado
41 -	Tabla 23: Concentraciones promedio de contaminantes en el agua residual de plantas de sacrificio
42 -	Tabla 24: Fuente de contaminantes en el agua residual
44 -	Tabla 25: Cantidad de animales faenados por día y el consumo de agua total, por estado y por especie
46 -	Tabla 26: Consumo de agua en litros por día y porcentaje por estado y nacional de acuerdo a su procedencia
49 -	Tabla 27: Disponibilidad media del agua por región administrativa
51 -	Tabla 28: Lugar de desecho de aguas residuales sin ningún tratamiento previo y sus DBO correspondientes
53 -	Tabla 29: Cantidad de agua que se vierte en tanque de tratamiento, porcentaje con el que contribuye con el total nacional y agua residual total
54 -	Tabla 30: Destino de los decomisos y sangre generados en los rastros y mataderos municipales
54 -	Tabla 31: Toneladas de decomisos por especie y totales
56 -	Tabla 32: Cantidades de sangre que no se destinan a proceso
58 -	Tabla 33: Evolución de los principales padecimientos relacionados con el consumo de carne
59 -	Tabla 34: Estimación del costo total por padecimiento relacionado al consumo de carne

## Índice de gráficos

Pág.

10 -	Gráfico 1: Distribución de la faena anual de bovinos, porcinos y ovinos y caprinos por estado
11 -	Gráfico 2: Tipo de establecimientos
12 -	Gráfico 3: Procedencia del agua
13 -	Gráfico 4: ¿Quién realiza la inspección sanitaria?
15 -	Gráfico 5: Ubicación de la instalación
15 -	Gráfico 6: Acceso a la instalación
28 -	Gráfico 7: Nivel de riesgo sanitario

## Índice de figuras

Pág.

30 -	Figura 1: Distribución del riesgo sanitario por estados
32 -	Figura 2: Diagrama de flujo por operaciones en el proceso de la carne en general
33 -	Figura 3: Diagrama de flujo de los insumos y sus residuos generados durante la recepción y manejo del ganado
34 -	Figura 4: Diagrama de flujo y residuos generados asociados al aturdimiento y sacrificio
35 -	Figura 5: Diagrama de flujo de insumos y residuos generados en la depilación de la canal
35 -	Figura 6: Diagrama de flujo de insumos y residuos generados en la remoción de la piel del cerdo
36 -	Figura 7: Diagrama de flujo de insumos y residuos generados en el proceso de remoción de la piel en el ganado bovino
37 -	Figura 8: Diagrama de flujo de insumos y residuos generados en el desplume de la canal de ave
37 -	Figura 9: Diagrama de flujo de insumos y residuos generados en la evisceración y corte de la canal de bovinos y porcinos
39 -	Figura 10: Diagrama de flujo de insumos y residuos del procesamiento del tracto gastrointestinal
47 -	Figura 11: Disponibilidad natural media del agua
48 -	Figura 12: Grado de presión sobre el recurso hídrico

## A) Resumen ejecutivo

Con el objetivo de impulsar medidas para la protección contra riesgos derivados del consumo de carne contaminada, la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios diseñó, conjuntamente con la Dirección General de Promoción de la Salud, un cuestionario para ser aplicado, por las Direcciones de Regulación y Fomento Sanitario de cada entidad federativa, a los rastros que se presume proveen carne a las localidades con más de 50,000 habitantes.

El propósito de esta actividad fue obtener, como paso inicial de un programa de mejoramiento de las condiciones sanitarias de los rastros municipales, un diagnóstico de situación sobre las características físicas, operativas y sanitarias de los mismos y, mediante una evaluación de riesgos, identificar los rastros que requieren atención prioritaria. Se registraron en total 306 establecimientos dedicados a la matanza de animales de abasto.

Esta evaluación de riesgos consta de dos partes: a) condiciones sanitarias de los rastros y mataderos municipales que condicionan la calidad de la carne obtenida y b) evaluación de riesgos derivados del vertido de aguas residuales y decomisos. De esta forma fue posible realizar una evaluación integral de los riesgos asociados con los rastros y mataderos municipales.

Para la elaboración de la primer parte de la evaluación de riesgos, se realizó, inicialmente, un diagrama de flujo de las actividades que se realizan genéricamente en los rastros y, posteriormente, una descripción de cada una de dichas actividades. Así, se logró determinar los peligros asociados a cada etapa del proceso, desde la recepción de los animales hasta su embarque final. Posteriormente, se identificaron las preguntas que se realizaron en la encuesta y que están directa o indirectamente relacionadas con cada etapa y, con base en la caracterización de los peligros asociados a cada operación, se estableció el nivel de riesgo sanitario para cada una de ellas. Finalmente, se realizó un análisis de costos para las principales enfermedades humanas relacionadas al consumo de carne. Con esa información, fue posible estimar el costo total que significa para la población mexicana, el consumir carne obtenida de los rastros municipales en el estado en que actualmente se encuentran.

Aproximadamente el 88% de toda la faena anual de aves, se realiza en establecimientos categorizados como de bajo o medio riesgo sanitario, independientemente del volumen de matanza.

Por otra parte, un promedio del 18% de la faena anual de bovinos, ovinos, caprinos y porcinos, se efectúa en establecimientos con riesgo sanitario alto o muy alto.

Considerando el peso promedio de las canales de bovino, porcinos, ovinos, caprinos y aves, se pudo estimar que anualmente se producen, en establecimientos considerados como de alto o muy alto riesgo sanitario, 111,870 toneladas de carne bovina, 2,634 toneladas de carne de ovinos y caprinos, 69,576 toneladas de carne de porcino y 3,424 toneladas de aves.

Teniendo en cuenta el consumo *per cápita* anual de carne de bovino, ovino, caprino, porcino y aves, sería de esperar que aproximadamente un total de 7'103,402 personas consumirán carne de res producida en establecimientos de alto o muy alto riesgo, mientras que el número de habitantes que consumirán carne de ovinos y caprinos, porcinos y aves, obtenidas en este tipo de establecimientos, sería de 729,300; 3'432,000 y 185,037, respectivamente. Estos datos se obtuvieron suponiendo que la totalidad de la carne producida en estos rastros se destina al consumo nacional.

El consumo de agua diario de estos rastros es de 22'734,560 litros de agua y, considerando el consumo de 163 litros (Fuente: Plan Maestro de Agua Potable del Distrito Federal 1997-2010) por día por persona, se requerirían 139,476 individuos al día para generar este consumo de agua, lo que hace imprescindible considerar alternativas de optimización de su uso en estos establecimientos.

Las aguas residuales que no reciben ningún tratamiento previo a su eliminación corresponde al 62.8% del total del agua vertida diariamente por los rastros y mataderos que constituyen este estudio. Los establecimientos que no realizan ningún tratamiento previo generan, anualmente, 5.8 miles de toneladas de DBO<sub>5</sub>, es decir el 6.8% de lo producido por toda la industria alimenticia en México. Con la intención de poner en perspectiva estas cifras, los rastros que proveen carne a las localidades con más de 50,000 habitantes y no realizan ningún tratamiento a sus líquidos residuales, generan diariamente una contaminación equivalente a una población como la de Xalapa en el estado de Veracruz.

Diariamente se eliminan 121,294 litros de sangre procedente del faenado de animales de abasto, la cual no es aprovechada y equivale a la contaminación generada por 80'782,037 litros de residuos cloacales.

El 44% de los rastros y el 35% de los mataderos, incineran las vísceras decomisadas. Aproximadamente el 65% de los decomisos son eliminados en basureros. Estas cifras parecen ser optimistas, ya que menos del 30% de los rastros y el 10% de los mataderos poseen incineradores en funcionamiento para poder realizar estas labores, estimándose que el vertido diario de decomisos sin incinerar asciende a 16.25 toneladas.

Se estima que el costo sanitario aproximado de tener la totalidad de los rastros municipales en el estado actual supera los 2,648 millones de pesos mexicanos anualmente. Cabe destacar que no se tuvieron en consideración, en este estudio, los costos por enfermedades derivadas de la contaminación del agua por residuos vertidos por los rastros, ni el costo de dicha contaminación ambiental.

## B) Introducción

La carne de los animales faenados en condiciones de buenas prácticas de manufactura es estéril desde el punto de vista práctico. Por ello, el perfil microbiológico de la carne fresca presentada a los consumidores es la suma de las aportaciones realizadas durante las operaciones de faena, almacenamiento, transporte y distribución. El músculo *post-mortem* ofrece un ambiente altamente nutritivo a la microflora contaminante, pudiendo satisfacer sus necesidades básicas para el crecimiento.

Las zoonosis y las contaminaciones exógenas y endógenas por gérmenes patógenos en los animales son importantes por la gravedad de las infecciones que producen en el hombre. La carne, por su propia naturaleza y origen, no sólo es muy susceptible a la contaminación, sino que con frecuencia está implicada en la presentación de enfermedades transmisibles por los alimentos (ETA).

La carne se contamina con microorganismos patógenos por contacto con el pelo, piel, patas, contenido estomacal y entérico, leche de la ubre, sangre, semen, bilis, etc., instalaciones y equipamiento, superficies de contacto, manos y ropa de los trabajadores e, incluso, con el medio ambiente de las zonas de proceso y de almacenamiento.

Las condiciones sanitarias deficientes en muchos rastros contribuyen a la contaminación exógena de la carne, éstas son derivadas de la falta de instalaciones y equipo modernos, las malas condiciones de aseo en los locales donde se faenan las canales, mesas de trabajo y vehículos en los que se transportan las mismas, malos hábitos sanitarios de los trabajadores, deficiente limpieza de utensilios e indumentaria de trabajo, falta de aseo en los servicios sanitarios destinados al uso de los obreros del rastro, falta de estrategias tendientes a evitar la proliferación de fauna nociva.

La seguridad de una producción no se garantiza mediante el examen bacteriológico del producto terminado, sino a través de un riguroso cumplimiento del proceso, respetando la formulación y realizando una inspección continua y confiable.

Un factor de riesgo es toda circunstancia de una persona, o grupo de personas, que se sabe está asociada con un incremento en la probabilidad de padecer, desarrollar o ser vulnerable a una enfermedad. Éstos pueden ser clasificados como biológicos, ambientales, económicos, sociales y culturales.

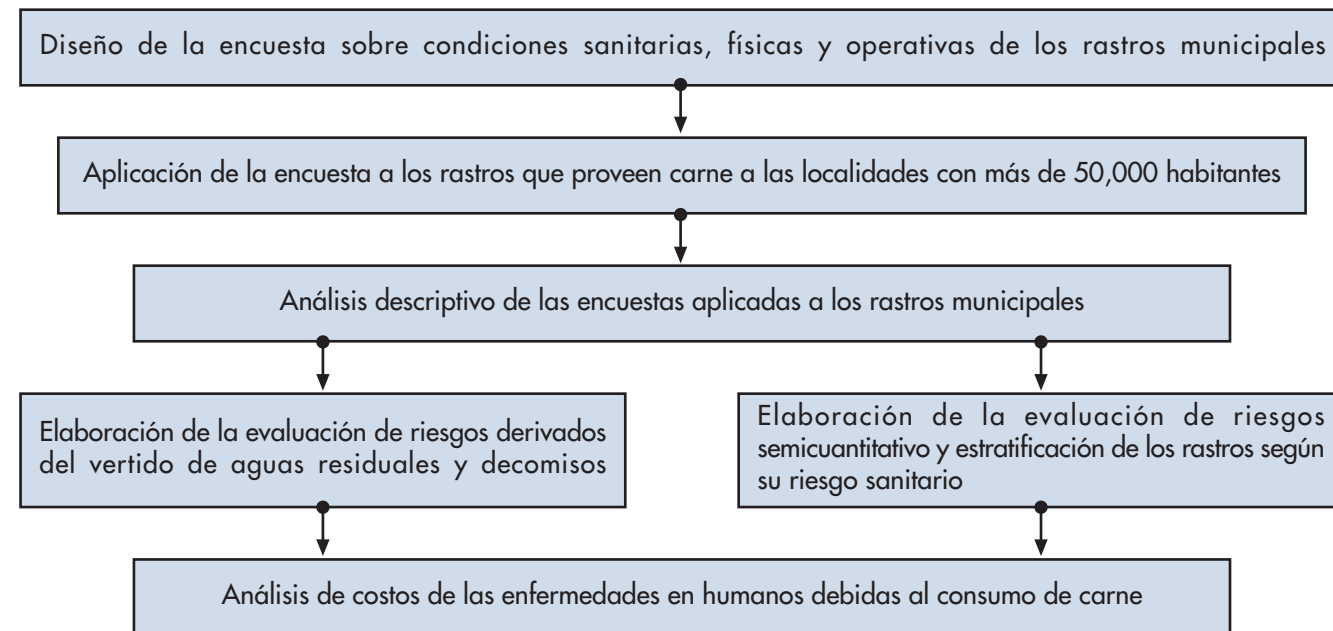
La posibilidad de enfermar está asociada a la exposición temporal o permanente a tales factores, y la búsqueda epidemiológica y remoción de los factores de riesgo de transmisión son tareas fundamentales en los servicios de salud y programas de control.

Los establecimientos que realizan la matanza de animales de abasto, generan, en las diferentes etapas del proceso de obtención de carne, un importante volumen de aguas residuales que son vertidas directamente a cuerpos de agua (ríos, arroyos, lagunas) o al drenaje municipal, recibiendo tratamiento posterior un pequeño porcentaje del total de las aguas vertidas. Estos residuos generan un grave problema ambiental y de salud pública.

## C) Metodología

Los datos empleados para elaborar la evaluación de riesgos de los rastros municipales, se obtuvieron de una encuesta realizada, entre octubre y diciembre de 2003, a los rastros que proveen carne a las localidades con más de 50,000 habitantes, que totalizaron 259 municipios. Se recibieron encuestas provenientes de 139 ciudades que cuentan entre 50,000 y 100,000 habitantes, 100 localidades con una población entre 100,000 y 500,000 personas y con más de un millón de habitantes se computaron 20 ciudades. Estos municipios corresponden a todos los estados del país a excepción del Distrito Federal que no posee rastros en su circunscripción territorial. Las encuestas fueron aplicadas por personal de la Secretaría de Salud de los estados, realizándose posteriormente una tarea de verificación de la información colectada.

### Esquema de la metodología de trabajo



Las encuestas fueron incorporadas a una planilla elaborada mediante el programa EpiInfo 2002, realizándose el análisis de las encuestas en el mismo programa. Se registraron, en total, 306 establecimientos dedicados a la matanza de animales de abasto.

Para la elaboración de la evaluación de riesgos de la carne obtenida en estos rastros y mataderos municipales, basada en las respuestas a la encuesta realizada a los rastros que abastecen carne a las ciudades con más de 50,000 habitantes, se realizó, inicialmente, un diagrama de flujo de las actividades que se realizan genéricamente en dichos establecimientos y, posteriormente, una descripción de cada una de las actividades. De esta forma fue posible determinar los peligros asociados a cada etapa del proceso, desde la recepción de los animales hasta su embarque final. Además de identificar, en cada operación del proceso, las fuentes y los puntos específicos de contaminación, se definió la posibilidad que tienen los microorganismos de sobrevivir y multiplicarse durante estas etapas, evaluando los riesgos y la gravedad de los peligros identificados. Finalmente, se estableció si en cada operación del proceso se puede eliminar o disminuir el riesgo de aparición de los peligros identificados.

Una vez finalizada esta fase, se identificaron las preguntas que se realizaron en la encuesta y que están directa, o indirectamente, relacionadas con cada etapa y, con base en la caracterización de los peligros asociados a cada operación, se estableció el riesgo sanitario para cada una de ellas.

Este análisis fue semicuantitativo, otorgándole un nivel de riesgo 1 si era insignificante, 2 cuando el riesgo fue bajo, 3 cuando existió un riesgo medio, 4 y 5 cuando el riesgo fue alto o muy alto, respectivamente. Para la determinación del nivel de riesgo de cada pregunta se analizó la gravedad de los peligros asociados con cada operación, la posibilidad

de que una etapa posterior del proceso redujera o eliminara hasta un nivel seguro el peligro y si la etapa en particular pudiera reducir, prevenir o eliminar el peligro identificado. Esta metodología está basada en la que se emplea durante la adopción de un sistema de Análisis de Peligros e Identificación de Puntos Críticos (H.A.C.C.P. por sus siglas en inglés).

Una vez establecidos los niveles de riesgo para cada pregunta realizada en la encuesta de rastros municipales, se incorporó a la base de datos EpiInfo el riesgo total computado en el rastro, el cual proviene de sumar todos los puntajes aplicados a cada pregunta. Con base en esto, fue posible agrupar a los rastros municipales de acuerdo a su nivel de riesgo en cuatro categorías, empleando los sistemas de cuartiles: muy riesgosos, riesgosos, medianamente riesgosos y con bajo riesgo.

Finalmente, se realizó un análisis de costos para las principales enfermedades humanas relacionadas al consumo de carne y se ponderó por el número de casos oficialmente registrados en el sistema único de información por la vigilancia epidemiológica durante el año 2003, en caso de no poseer ese dato, se tomaron en consideración las estadísticas del año 2002. Con esa información, fue posible estimar el costo total que significa, para la población mexicana, el consumir carne obtenida de los rastros municipales en el estado en que actualmente se encuentran.

En la evaluación de riesgos de las aguas residuales de estos establecimientos, se procedió a identificar los peligros asociados a las aguas residuales y desechos que se generan producto de la faena de los animales de abasto. Posteriormente, se identificaron las fuentes de aguas residuales considerando los aportes que realizan las diferentes etapas del proceso de obtención de carne y, finalmente, se analizó la información que surgió de las encuestas realizadas.

## D) Parte I: Condiciones sanitarias de los rastros y mataderos municipales

### 1) Análisis descriptivo de la información relacionada con la calidad de la carne obtenida

El número total de establecimientos ingresados a la base de datos fue de 306. Si se considera la discriminación entre rastros y mataderos considerada en la NOM-194-SSA1-2004, el número de establecimientos que estaban en la categoría de rastros fue de 145, los mataderos eran 159 establecimientos, quedando dos por clasificar.

La NOM, establece que la distinción entre rastros y mataderos se define en función del volumen de matanza de los establecimientos, considerándose como rastros aquellos que faenen como mínimo 168 animales de ganado mayor (bovinos y equinos), 336 animales de ganado menor (cerdos, ovinos y caprinos), 5,000 aves o una combinación entre las diferentes especies, semanalmente. No se obtuvieron los datos de sobre estimado de matanza semanal para clasificar a los dos establecimientos restantes.

El porcentaje de participación en la faena anual de estos rastros y mataderos, se presentan en la tabla 1. La faena anual, según la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), surge de una estimación y, en este caso, corresponde a los datos del año 2002.

Por otra parte, el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), a través de la Dirección General de Contabilidad Nacional y Estadísticas Económicas, elabora una estadística de sacrificio de ganado en rastros municipales, considerando como tales a todos aquellos inmuebles instalados por los gobiernos de los estados, en coordinación con los municipios, cuya inspección sanitaria es controlada por la Secretaría de Salud y con una infraestructura que cumpla con los requerimientos que la misma Secretaría estipula. En esa estadística se trabajó con 932 rastros del país sin contar con el Distrito Federal.

En la tabla 1 se puede observar que una gran parte de la matanza de bovinos registrada en los establecimientos encuestados corresponde a la categoría de rastros y que la faena total equivale a casi el 40% de la faena anual estimada por SAGARPA y más del 95% de la faena reportada por el INEGI.

La diferencia hallada con la matanza que registra SAGARPA son, presumiblemente, los animales que se faenan en rastros TIF y la matanza en establecimientos no registrados o sacrificio *in situ*. Estos datos concuerdan con las estimaciones de participación proporcional de cada uno de los sistemas de sacrificio de animales de abasto, los cuales indican que aproximadamente el 50.5% de la faena se realiza en rastros municipales, un 21.6% se efectúa en rastros TIF y, aproximadamente, el 27.9% de la matanza ocurre *in situ*.

**Tabla 1: Faena anual estimada de bovinos**

Tipo de establecimiento	Número de bovinos faenados anualmente	Porcentaje de la faena anual según SAGARPA	Porcentaje de la faena anual según INEGI
<b>Rastro</b>	2'465,800 (87.3%)	34.67%	84.27%
<b>Matadero</b>	359,100 (12.7%)	5.05%	12.27%
<b>Total</b>	2'824,900	39.72%	95.54%

En cuanto a la faena de porcinos, más del 90% de la matanza anual entre los establecimientos encuestados corresponde a rastros, si bien el número de animales faenados significa aproximadamente el 34% de la reportada por SAGARPA, constituye más del 90% de lo publicado por el INEGI (tabla 2).

**Tabla 2: Faena anual estimada de porcinos**

Tipo de establecimiento	Número de porcinos faenados anualmente	Porcentaje de la faena anual según SAGARPA	Porcentaje de la faena anual según INEGI
<b>Rastro</b>	4'272,250 (91.7%)	30.84%	83.73%
<b>Matadero</b>	386,850 (8.9%)	2.79%	7.58%
<b>Total</b>	4'659,100	33.63%	91.31%

La faena anual de ovinos y caprinos en los establecimientos encuestados significa un bajo porcentaje de lo estimado por SAGARPA y tres cuartas partes de lo anunciado por el INEGI. Al igual que en los dos casos anteriormente analizados, más del 95% de la faena corresponde a establecimientos categorizados como rastros (tabla 3).

**Tabla 3: Faena anual estimada de ovinos y caprinos**

Tipo de establecimiento	Número de ovinos y caprinos faenados anualmente	Porcentaje de la faena anual según SAGARPA	Porcentaje de la faena anual según INEGI
<b>Rastro</b>	360,950 (95.8%)	7.77%	71.37%
<b>Matadero</b>	15,750 (4.2%)	0.34%	3.11%
<b>Total</b>	376,700	8.11%	74.49%

La faena anual de aves constituyó un bajo porcentaje de lo reportado por SAGARPA, única fuente oficial disponible (tabla 4). Casi la totalidad de los animales faenados en los establecimientos evaluados están representados por rastros, lo que indica que la faena de aves está concentrada en pocos establecimientos que poseen una gran cantidad de animales por día. El 44% de los establecimientos faenan menos de 1000 animales por día, mientras que el 45% de los rastros faenan más de 3000 aves diariamente.

Es conveniente considerar que gran parte de la faena de ovinos, caprinos y aves, es realizada directamente en los sitios de preparación, la cual se realiza sin inspección sanitaria alguna.

**Tabla 4: Faena anual estimada de aves**

Tipo de establecimiento	Número de aves faenados anualmente	Porcentaje de la faena anual según SAGARPA
<b>Rastro</b>	37'773,750 (99.43%)	3.10%
<b>Matadero</b>	215,000 (0.57%)	0.01%
<b>Total</b>	37'988,750	3.11%

El número total de establecimientos que faenan aves es de 19, 15 de ellos son considerados como rastros, los otros cuatro 4 faenan menos de 5,000 aves diarias por lo que son categorizados como mataderos.

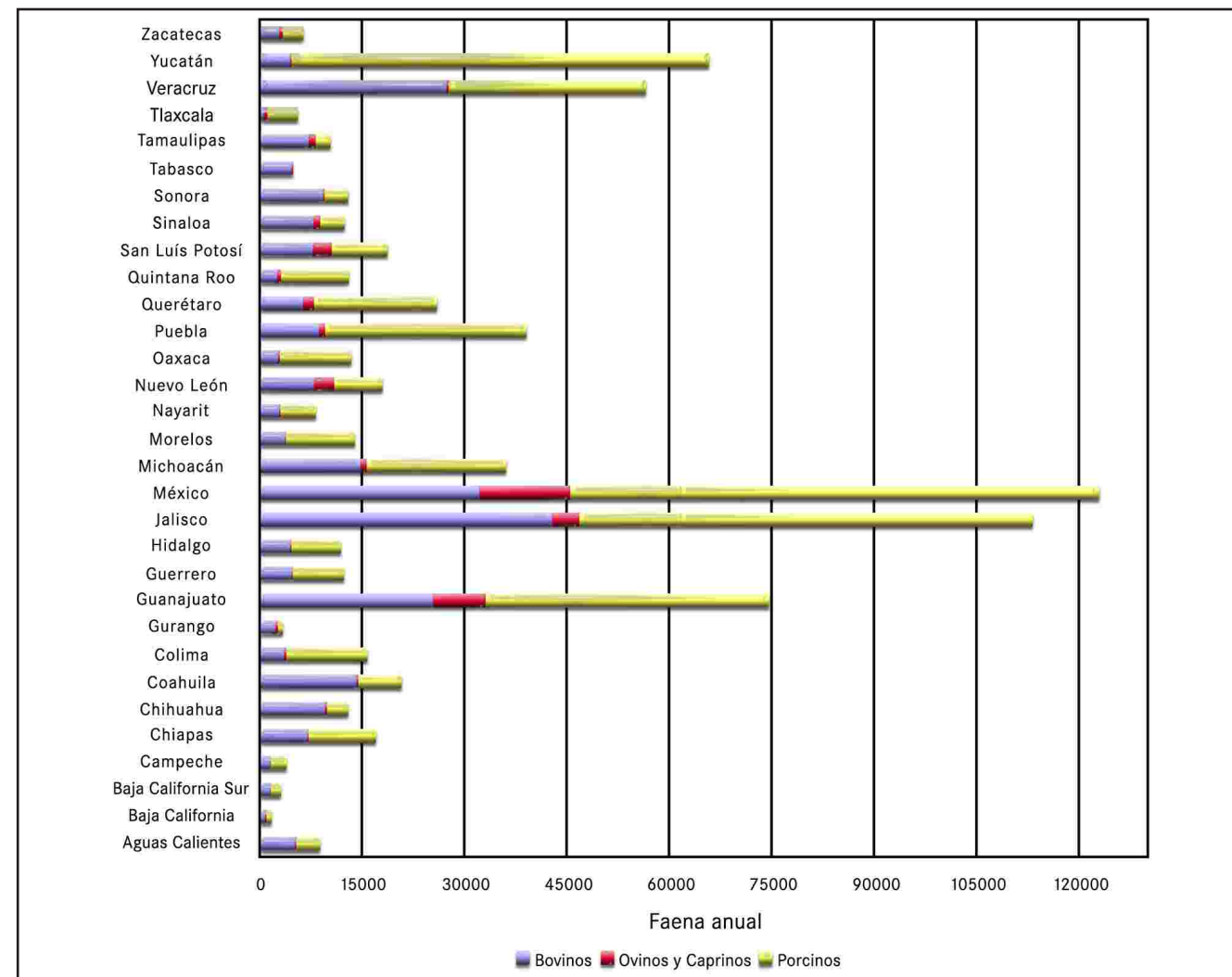
Los estados que presentaron mayor cantidad de rastros y mataderos en la presente encuesta son los de Guanajuato, Jalisco, México, Chiapas, Veracruz y Michoacán; mientras que los estados con menos establecimientos encuestados son los de Baja California, Campeche, Durango, Nuevo León, Oaxaca y Zacatecas (tabla 5).

**Tabla 5: Distribución de rastros y mataderos por estado**

Estado	Rastros	Mataderos	Estado	Rastros	Mataderos
Aguascalientes	4 (2.8%)	1 (0.6%)	Nayarit	1 (0.7%)	5 (3.1%)
Baja California	1 (0.7%)	1 (0.6%)	Nuevo León	1 (0.7%)	3 (1.9%)
Baja California sur	1 (0.7%)	9 (5.7%)	Oaxaca	4 (2.8%)	0 (0.0%)
Campeche	2 (1.4%)	2 (1.3%)	Puebla	8 (5.5%)	5 (3.1%)
Chiapas	5 (3.4%)	12 (7.5%)	Querétaro	3 (2.1%)	2 (1.3%)
Chihuahua	5 (3.4%)	1 (0.6%)	Quintana Roo	2 (1.4%)	3 (1.9%)
Coahuila	3 (2.1%)	7 (4.4%)	San Luis Potosí	3 (2.1%)	3 (1.9%)
Colima	3 (2.1%)	9 (5.7%)	Sinaloa	4 (2.8%)	2 (1.3%)
Durango	2 (1.4%)	1 (0.6%)	Sonora	4 (2.8%)	6 (3.8%)
Guanajuato	15 (10.3%)	12 (7.5%)	Tabasco	1 (0.7%)	10 (6.3%)
Guerrero	3 (2.1%)	10 (6.3%)	Tamaulipas	6 (4.1%)	3 (1.9%)
Hidalgo	5 (3.4%)	1 (0.6%)	Tlaxcala	2 (1.4%)	4 (2.5%)
Jalisco	14 (9.7%)	7 (4.4%)	Veracruz	8 (5.5%)	14 (8.8%)
México	13 (9.0%)	8 (5.0%)	Yucatán	6 (4.1%)	0 (0.0%)
Michoacán	10 (6.9%)	8 (5.0%)	Zacatecas	2 (1.4%)	2 (1.3%)
Morelos	4 (2.8%)	8 (5.0%)	<b>TOTAL</b> □	<b>145</b> □	

Los estados que presentan la mayor faena anual de bovinos son los de Jalisco, México, Veracruz y Guanajuato; quienes aportan el 45% de la misma. El estado de Aguascalientes fue el que presentó la mayor faena anual de aves. Los estados de Yucatán, México, Jalisco y Guanajuato, representaron el 53% de la faena anual de porcinos entre los establecimientos encuestados. México, Guanajuato y Jalisco fueron los estados en donde se presentó la mayor parte de la faena anual de ovinos y caprinos, significando, aproximadamente, el 70% de la faena computada a escala nacional. Esta información se presenta en el gráfico 1.

**Gráfico 1: Distribución de la faena anual de bovinos, porcinos, ovinos y caprinos por estado**



Aproximadamente el 70% de los rastros fueron construidos hace más de 20 años, por su parte, la antigüedad de los mataderos se encuentra homogéneamente distribuida, con una media de 10 a 20 años (tabla 6).

**Tabla 6: Fecha de construcción de los establecimientos encuestados**

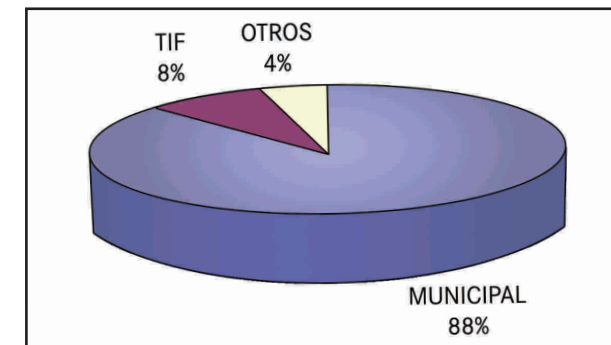
Estrato	Rastros	Mataderos
5 Años	6 (4.2%)	14 (9.2%)
5-10 Años	12 (8.4%)	16 (10.5%)
10-20 Años	30 (20.8%)	50 (32.9%)
20-30 Años	49 (34.0%)	29 (19.1%)
30 Años	47 (32.6%)	43 (28.3%)

Más del 90% de los mataderos encuestados son de dominio municipal, el resto corresponde a otro tipo de establecimientos; por lo que se refiere a los rastros, aun cuando en su gran mayoría son de tipo municipal, casi el 10% son tipo inspección federal (TIF) (gráfico 2). Dentro de la categoría "otros", se agrupan los establecimientos que son propiedad o están administrados por particulares.

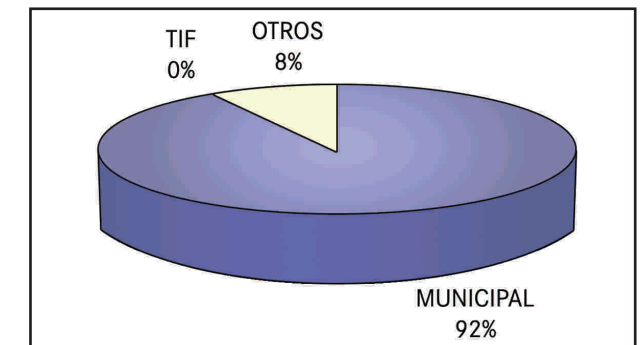
Los rastros y mataderos presentan una proporción similar en cuanto a la calidad del agua que emplean para las diferentes etapas del proceso de obtención de carne, en gran medida es agua potable; no existe asociación estadística ( $p > 0.05$ ) entre el tipo de establecimiento y el tipo de agua empleada. Cuando se analiza la procedencia del agua (gráfico 3) se puede observar que aproximadamente el 30% de los rastros, y el 18% de los mataderos, utilizan agua obtenida de pozos de extracción, por lo que deberían realizar un saneamiento de la misma para que pueda ser considerada como "potable", lo que destaca la importancia de monitorear los sistemas de sanitización empleados por este tipo de establecimientos, así como de constatar la potabilidad del agua utilizada (tabla 7).

Casi la totalidad de los rastros, y más del 80% de los mataderos, cuentan con cisternas para el almacenamiento del agua que se emplea en las diferentes etapas de la obtención de la carne. Las necesidades de agua promedio por animal sacrificado y faenado son de 1,000 litros para animales mayores, 450 litros para porcinos de aproximadamente 100 litros para ovinos y caprinos, así como 20 litros para aves. Tomando en consideración estos requerimientos, el 60% de los establecimientos (138) carece de un almacenamiento propio de agua que garantice el aprovisionamiento durante la faena diaria (tabla 7).

**Gráfico 2: Tipo de establecimientos**



**Rastros**



**Mataderos**

**Tabla 7: Información sobre aspectos que afectan la calidad de la carne**

Pregunta	Rastros		Mataderos	
	Sí	No	Sí	No
El agua es potable	126 (89.4%)	15 (10.6%)	128 (82.1%)	28 (17.9%)
Cuenta con cisterna (a)	138 (95.2%)	7 (4.8%)	122 (79.2%)	32 (20.8%)
Rastro con cerco (a)	133 (93.0%)	10 (7.0%)	127 (80.9%)	30 (19.1%)
Caseta de vigilancia (a)	105 (72.4%)	40 (27.6%)	45 (28.8%)	111 (71.2%)
Rampa de desembarco (a)	139 (97.9%)	3 (2.1%)	138 (87.9%)	19 (12.1%)
Corral de descanso	135 (93.8%)	9 (6.3%)	143 (91.1%)	14 (8.9%)
Inspección ante-mortem (a)	115 (81.0%)	27 (19.0%)	97 (62.2%)	59 (37.8%)
Oficina de inspección veterinaria (a)	93 (64.6%)	51 (35.4%)	58 (37.9%)	95 (62.1%)
Corral de observación	94 (65.3%)	50 (34.7%)	96 (60.8%)	62 (39.2%)
Bañado pre-matanza (a)	52 (37.1%)	88 (62.9%)	22 (14.2%)	133 (85.8%)
Rampa de sacrificio (a)	131 (92.9%)	10 (7.1%)	108 (70.6%)	45 (29.4%)

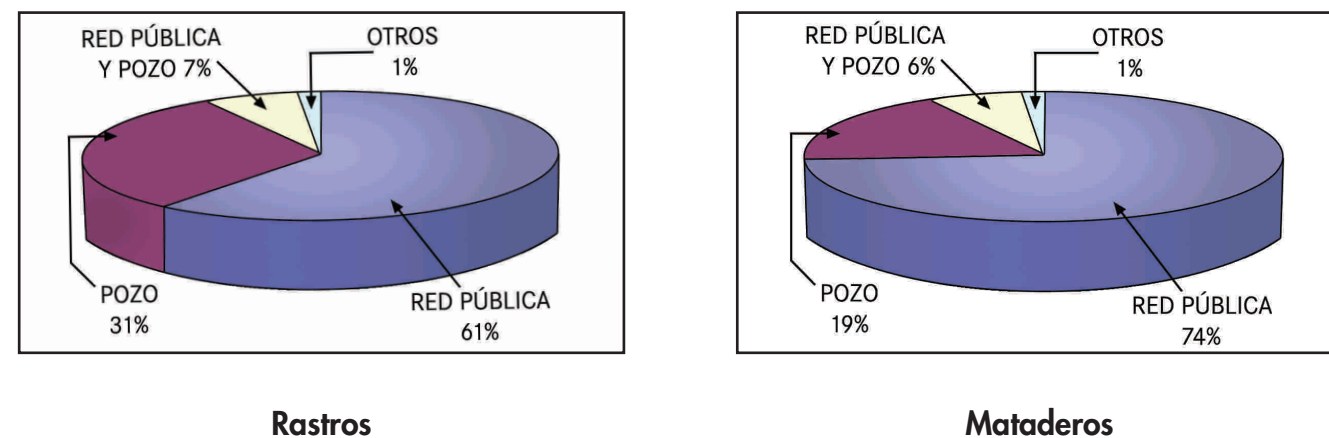
	Sí	No	Sí	No
Rieles para manejo de canales (a)	126 (88.7%)	16 (11.3%)	91 (58.3%)	65 (41.7%)
Faenado aéreo (a)	98 (69.0%)	44 (31.0%)	71 (44.9%)	87 (55.1%)
Esterilizadores de cuchillos (a)	36 (25.2%)	107 (74.8%)	24 (15.3%)	133 (84.7%)
Existe sierra eléctrica para canales (a)	109 (75.2%)	36 (24.8%)	61 (38.4%)	98 (61.6%)
Se lavan canales	128 (90.8%)	13 (9.2%)	138 (86.8)	21 (13.2%)
Existe cámara de refrigeración (a)	73 (50.3%)	72 (49.7%)	27 (17.0%)	132 (83.0%)
Cámara de congelación (a)	16 (11.0%)	129 (89.0%)	4 (2.5%)	155 (97.5%)
Área de embarque de canales cerrada (a)	131 (90.3%)	14 (9.7%)	109 (69.9%)	47 (30.1%)
Las vísceras son separadas	140 (97.2%)	4 (2.8%)	148 (93.1%)	11 (6.9%)
Se identifican las vísceras del animal (a)	126 (87.5%)	18 (12.5%)	115 (72.3%)	44 (27.7%)
Refrigeración de vísceras (a)	32 (22.1%)	113 (77.9%)	11 (7.0%)	147 (93.0%)
Sala separada para manejo de vísceras (a)	83 (58.0%)	60 (42.0%)	42 (27.1%)	117 (72.9%)
Cuenta con caldera (a)	92 (63.4%)	53 (36.6%)	29 (18.6%)	127 (81.4%)
Cuenta con almacén y salado de pieles	35 (24.6%)	107 (75.4%)	28 (17.7%)	130 (82.3%)
El personal cuenta con regadera (a)	116 (80.0%)	29 (20.6%)	73 (47.4%)	81 (52.6%)
El personal cuenta con vestimenta de trabajo (a)	114 (78.6%)	31 (21.4%)	87 (56.1%)	68 (43.9%)
Planta de luz en funcionamiento	18 (12.4%)	127 (87.6%)	13 (8.3%)	143 (91.7%)
Teléfono (a)	98 (68.5%)	45 (31.5%)	33 (21.9%)	118 (78.1%)

(a) Existe asociación estadísticamente significativa (test de asociación por chi cuadrada) entre la exposición a una supuesta causa (rastros o matadero) y la característica evaluada ( $p < 0.05$ )

Tanto los rastros, como los mataderos, poseen cerco en su periferia en un porcentaje que oscila entre el 80 y 90%, no obstante, los rastros presentaron la mayor cantidad estadísticamente significativa de establecimientos cercados.

En lo referente a casetas de vigilancia, los rastros son los que presentan mayor proporción de establecimientos con dicha dependencia, mientras que, solamente el 30% de los mataderos la poseen, siendo esta asociación estadísticamente significativa.

**Gráfico 3: Procedencia del agua**



Las rampas de desembarco y los corrales de descanso se encuentran en, aproximadamente, el 90% de los establecimientos, independientemente del nivel de matanza que posean (tabla 7).

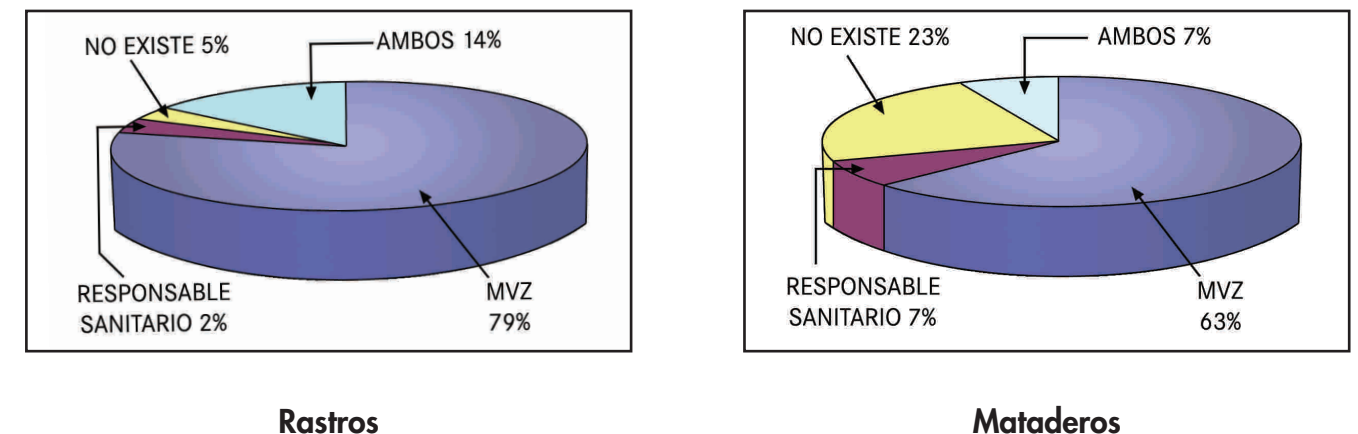
Los corrales de observación se encuentran presentes en un porcentaje cercano al 65% de los establecimientos. No obstante, la inspección *ante-mortem* se realiza fundamentalmente en los rastros, a diferencia de los mataderos, donde tan sólo el 60% realiza esta operación, esta asociación es estadísticamente significativa (tabla 7).

A pesar de que muchos de los rastros realizan la inspección sanitaria previa a la matanza, cabe aclarar que el 20% de los mismos no la lleva a cabo (tabla 7).

Cuando se preguntó quién realiza la inspección sanitaria, resultó que los médicos veterinarios son los que efectúan esta tarea en el 80% de los rastros. Un porcentaje muy bajo de los rastros emplean a responsables sanitarios para estar a cargo de la totalidad de la inspección sanitaria.

En los mataderos que realizan inspección sanitaria, también son los médicos veterinarios los que tienen a su cargo la mayor parte de la vigilancia, a pesar de que en, aproximadamente el 40% de los casos, o no se realiza inspección o ésta se realiza, total o parcialmente, por personal no veterinario (gráfico 4). Es necesario señalar que sólo el 64% de los rastros, y menos del 40% de los mataderos, cuentan con un espacio físico para que los inspectores sanitarios desarrollen sus labores.

**Gráfico 4: ¿Quién realiza la inspección sanitaria?**



Por lo que se refiere al lavado de los animales previa matanza, los rastros lo realizan con mayor frecuencia que los mataderos. Esta observación se confirma estadísticamente. No obstante, sólo un bajo porcentaje de rastros realiza esta operación (63%). Tan sólo el 14% de los mataderos tiene bañado pre-matanza. Cabe señalar que, cuando se realiza el baño previo a la matanza, se debe de contar con un área específica de escurrimiento para los animales.

Un porcentaje alto de los rastros presenta rampa de sacrificio de animales y rieles para el manejo de las canales, pero tan sólo el 60% de los mataderos tienen estas instalaciones en sus establecimientos. Aun cuando, aproximadamente el 90% de los rastros cuentan con rieles para el manejo de las canales, menos del 70% realiza el faenado aéreo. El 45% de los mataderos faena a los animales directamente en el piso. Estas asociaciones son estadísticamente significativas.

Un porcentaje bajo de establecimientos emplea esterilizadores de cuchillos independientemente del número de animales que faenan. En los mataderos, el 85% de los establecimientos no cuentan con dicha tecnología. Se observa un caso similar con las sierras eléctricas para dividir la canal, tan sólo el 75% de los rastros y el 39% de los mataderos cuentan con este equipamiento.

Aproximadamente el 90% de los establecimientos proceden a lavar las canales una vez finalizada la faena, pero sólo un porcentaje muy bajo posee cámara de refrigeración para almacenar las canales. Únicamente el 17% de los mataderos y la mitad de los rastros cuentan con cámaras frigoríficas para almacenar el producto final. Asimismo, se pudo observar que de los 74 establecimientos que contaban con estas instalaciones, 64 (86.5%) cuentan con cámaras de refrigeración con una capacidad de almacenamiento inferior a la faena diaria estimada.

Si se considera que, según la NOM-194-SSA1-2004, los rastros deben contar con equipos de refrigeración, así como que la faena mínima de dichos establecimientos es de 28 animales por día, considerando un peso por canal promedio de 200 Kg, sólo el 3% de los rastros tendría la capacidad de enfriamiento para alojar, como mínimo, la faena diaria. La mayoría podría almacenar, únicamente, el 50% de lo producido en un día de trabajo.

Si se analizan los establecimientos que poseen cámaras de congelación, la situación es más crítica ya que una minoría del 10% posee dichas instalaciones.

El 90% de los rastros posee un área cerrada de embarque de canales, mientras que menos del 70% de los mataderos la tiene. Todas estas asociaciones se confirman estadísticamente.

Cuando se cuestionó sobre la separación de las vísceras, casi la totalidad de los rastros y mataderos respondió afirmativamente. Un porcentaje cercano al 90% de los rastros afirmó identificar las vísceras de cada animal y sólo el 75% de los mataderos realiza esta práctica. También se evaluaron los dispositivos en los cuales se transportan las vísceras desde la línea de matanza hasta las salas para su manejo. Sólo el 23% de los rastros y menos del 10% de los mataderos emplean carros específicamente diseñados para esa labor, los dispositivos más empleados son botes o bolsas, cajas de diferentes materiales y ganchos.

A pesar de que un porcentaje importante de establecimientos afirmó separar adecuadamente las vísceras, aproximadamente un 15% de éstos realiza la separación directamente en el piso. Sólo el 60% de los rastros declaró poseer salas separadas para el manejo de los diferentes tipos de vísceras (rojas y verdes). Por su parte, un 75% de los mataderos afirmó no poseer instalaciones separadas para el manejo de cada tipo de vísceras. Asimismo, menos de la cuarta parte de los rastros cuenta con cámara frigorífica para almacenar las vísceras y menos del 10% de los mataderos posee esta tecnología. Estas asociaciones se corroboran estadísticamente.

En lo referente a la instalación de calderas para obtención de agua caliente en los establecimientos evaluados se encontró en un porcentaje bajo, ligeramente superior al 60% de los rastros y tan sólo el 20% de los mataderos cuentan con ella, esta asociación es estadísticamente significativa.

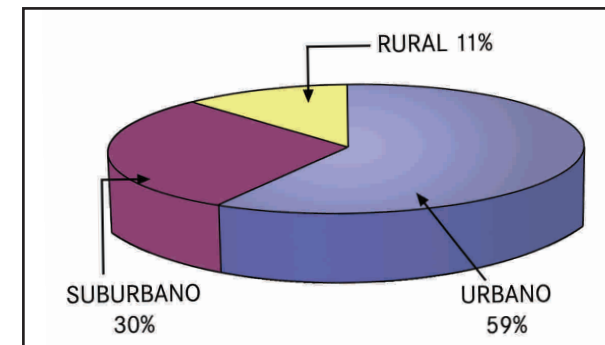
Muy pocos establecimientos cuentan, entre sus instalaciones, con un área de almacenamiento y/o salado de pieles generadas a partir de la faena. Un cuarto de los rastros y menos del 20% de los mataderos encuestados presentan esta área.

En el apartado de condiciones de trabajo de los operarios, aproximadamente el 80% de los rastros poseen regaderas para su aseo y vestimenta adecuada para la realización de sus labores. Estas condiciones sólo se observan en aproximadamente la mitad de los mataderos encuestados, lo que se corrobora con el análisis estadístico.

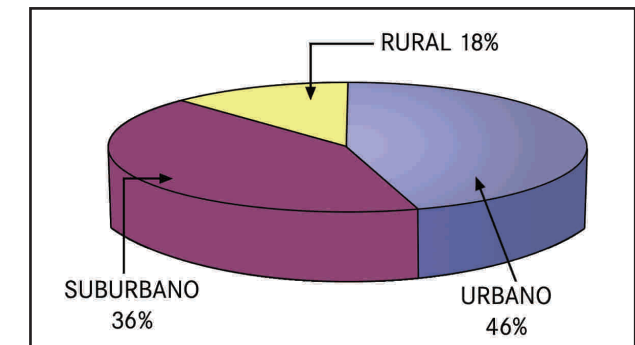
La existencia de plantas de luz en funcionamiento para casos de emergencia, es una condición poco frecuente tanto en los rastros como en los mataderos, aproximadamente, el 10% de los establecimientos, independientemente de su volumen de faena, cuenta con una. Aún más, la presencia de teléfono se pudo observar en aproximadamente el 70% de los rastros, pero en menos de la cuarta parte de los mataderos.

Más de la mitad de los rastros y aproximadamente el 45% de los mataderos encuestados, se hallan localizados en el área urbana de los municipios; el resto se encuentra en las regiones suburbanas y rurales (gráfico 5)

**Gráfico 5: Ubicación de la instalación**



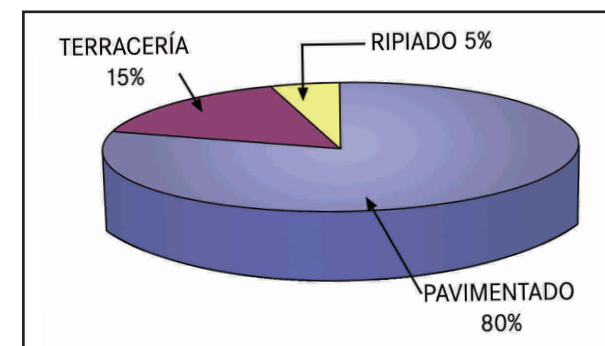
**Rastros**



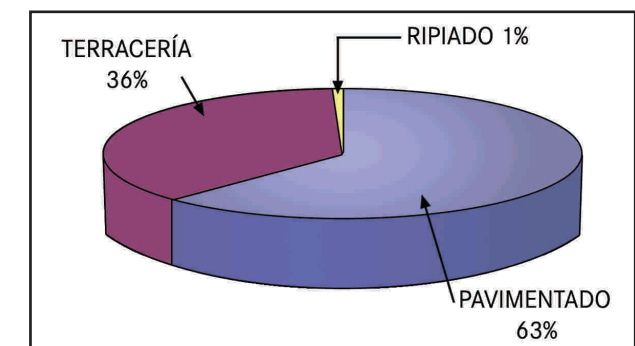
**Mataderos**

Si bien casi el 80% de los rastros presenta accesos pavimentados a sus instalaciones, sólo el 63% de los mataderos posee caminos aptos para el transporte correcto de animales en pie, materias primas y salida de productos. Los caminos de terracería y los ripiados (grava) constituyen entre el 20 y 35% de los accesos a los establecimientos, independientemente de la faena diaria (gráfico 6).

**Gráfico 6: Acceso a la instalación**



**Rastros**



**Mataderos**

Al considerar el sacrificio humanitario, el 86% de los rastros emplea la pistola de percusión como método de aturdimiento e insensibilización. El resto de los establecimientos con una faena diaria importante emplea otro tipo de equipamiento, o no realiza la matanza humanitaria, recurriendo al degüello directo para el sacrificio de los bovinos.

La situación es más crítica al analizar el estado de los mataderos, donde aproximadamente la mitad de los establecimientos no emplea métodos de insensibilización de los bovinos previo a la matanza, siendo ésta por degüello directo (tabla 8).

Esto significa que aproximadamente 54,000 bovinos (2.2% de la faena anual) que se faenan anualmente en rastros y 93,000 bovinos (25.9% de la faena en mataderos) sacrificados en los mataderos anualmente, no reciben sacrificio humanitario.



**Tabla 8: Sacrificio de bovinos**

Pregunta	Rastros	Mataderos
Pistola de percusión	117 (85.9%)	76 (48.4%)
Degüello	13 (9.6%)	67 (42.7%)
Otro	6 (4.5%)	14 (8.9%)

En cuanto a los porcinos, aproximadamente el 60% de los rastros emplea la metodología apropiada para la insensibilización de este tipo de animales, la eléctrica. Si bien se realiza en algunos establecimientos el aturdimiento mediante golpe traumático, casi el 30% de la matanza se efectúa por degüello directo de los animales (tabla 9). En los mataderos, la metodología más empleada es el degüello de los animales sin previa insensibilización, relegando a la insensibilización eléctrica y al golpe traumático. Esto equivale a decir que 267,550 (6.3% de la faena total) y 132,050 (34.1% de la matanza anual) porcinos que se faenan anualmente en rastros y mataderos, respectivamente, no son sometidos a una insensibilización previa.

**Tabla 9: Sacrificio porcinos**

Pregunta	Rastros	Mataderos
Insensibilizador eléctrico	91 (58.2%)	41 (34.7%)
Golpe traumático	10 (7.6%)	25 (21.2%)
Degüello	27 (20.3%)	50 (42.4%)
Otro	4 (3.0%)	2 (1.7%)
Insensibilizador eléctrico + golpe traumático	1 (0.8%)	0

La metodología para efectuar la separación de la piel de los bovinos se realiza, en los rastros, en forma manual y mecánica en forma proporcional; mientras que en los mataderos, cerca del 90% del despielado de los animales se realiza en forma manual (tabla 10).

**Tabla 10: Separación de la piel**

Pregunta	Rastros	Mataderos
Equipo de mecánico	68 (49.3%)	15 (9.4%)
Manual	65 (47.1%)	139 (87.4%)
Ambos	5 (3.6%)	5 (3.1%)

## 2) Información relacionada con la promoción de la salud

En cuanto a la promoción de la salud que realizan internamente los establecimientos, se destaca una gran disparidad entre rastros y mataderos. Aun cuando en los rastros sólo la mitad presenta señalizaciones para advertir sobre la peligrosidad de las diferentes áreas de trabajo, existe una participación escasa de los usuarios y trabajadores en el cuidado y conservación del inmueble, además de haber un porcentaje bajo de establecimientos que cuentan con programas de promoción para la salud; los datos de los mataderos son todavía más desalentadores, pues aproximadamente el 20% de estos establecimientos cuentan con programas de promoción de la salud y señalización adecuada de la peligrosidad de las áreas de trabajo. Estas asociaciones fueron confirmadas estadísticamente (tabla 11).

Se observa cierta mejora en cuanto a la capacitación y la promoción que se efectúa para el cuidado del rastro y de la salud del personal que labora en los rastros. Aproximadamente el 75% de los rastros capacita o promueve el cuidado de la salud de su personal. Sólo la mitad de los establecimientos considerados como mataderos otorgan capacitación o fomentan el cuidado y uso del rastro entre sus operarios.

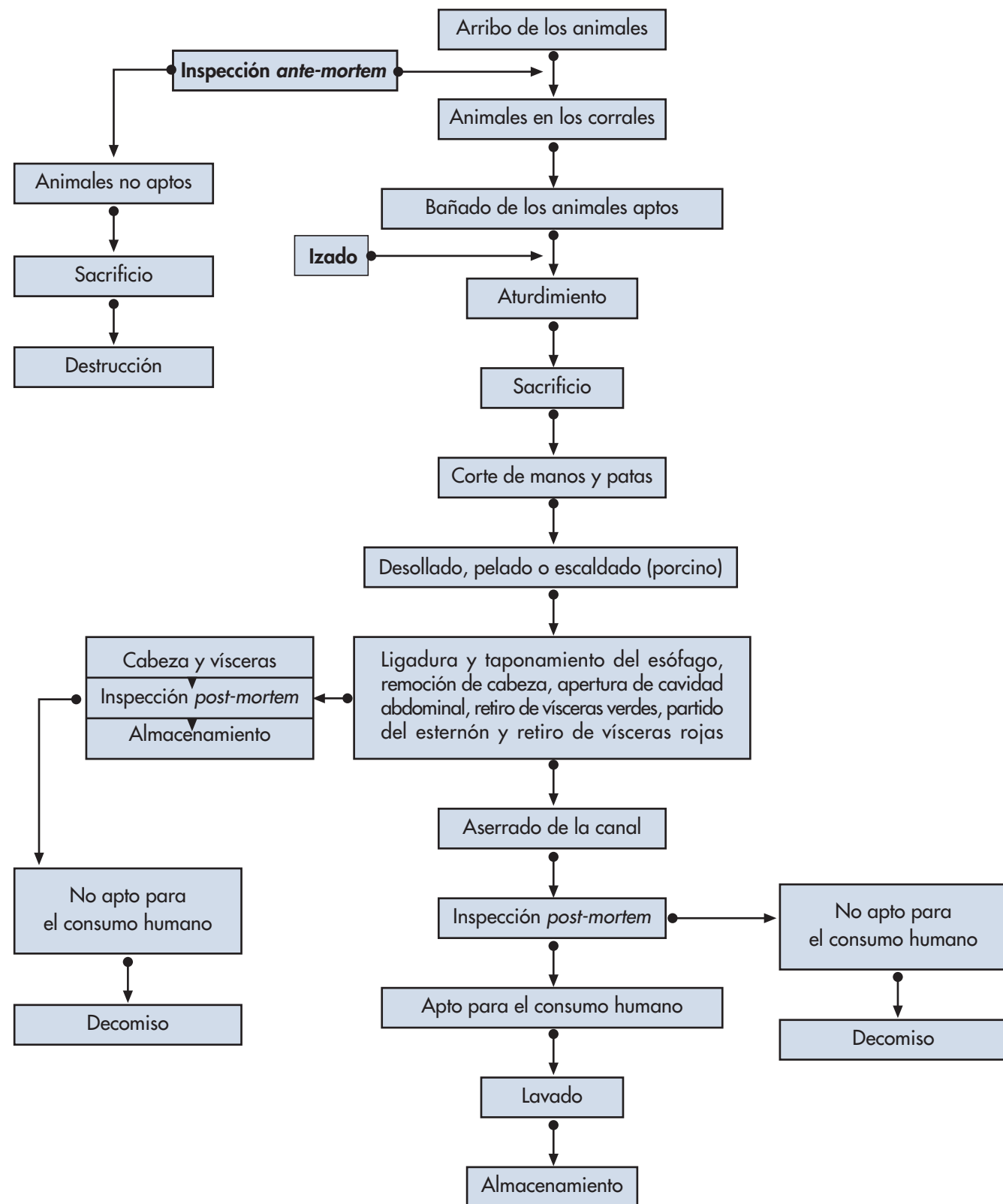
**Tabla 11: Promoción de la salud**

Pregunta	Rastros		Mataderos	
	Sí	No	Sí	No
Existe señalización de áreas peligrosas (a)	72 (51.1)	69 (48.9%)	26 (17.9%)	119 (82.1%)
Los usuarios, concesionarios y trabajadores participan en el cuidado y conservación del rastro	99 (68.8%)	45 (31.2%)	92 (59.7%)	62 (40.3%)
Tiene algún programa de promoción de la salud (a)	65 (44.8%)	80 (55.2%)	37 (24.2%)	116 (75.8%)
Se capacita al personal (a)	106 (73.1%)	39 (26.9%)	65 (42.5%)	88 (58.5%)
Se promueve el uso y cuidado del rastro (a)	120 (82.8%)	25 (17.2%)	89 (57.1%)	67 (42.9%)
Brinda orientación para el cuidado de la salud (a)	101 (70.1%)	43 (29.9%)	69 (45.1%)	84 (54.9%)

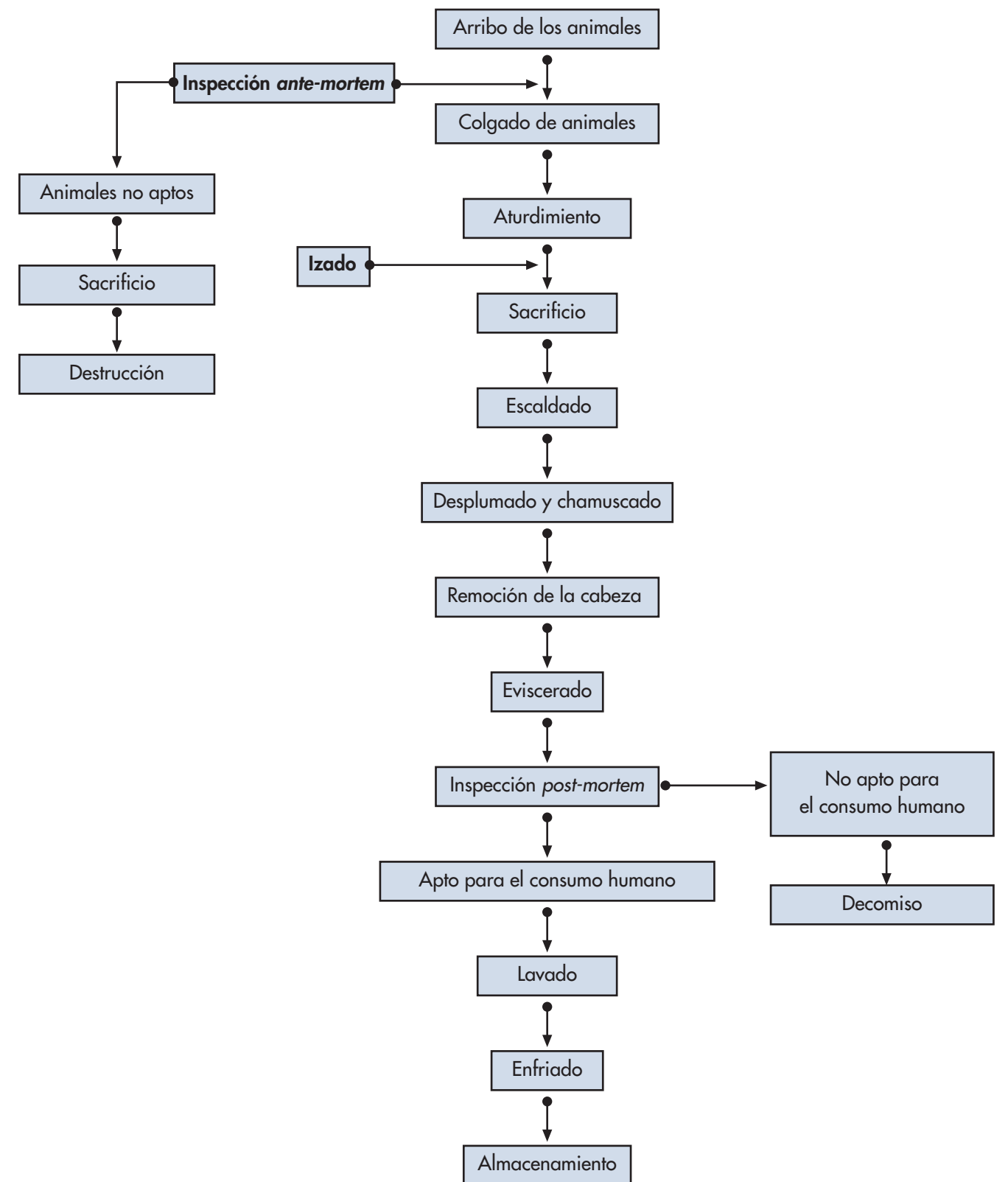
(a) Existe asociación estadísticamente significativa (test de asociación por chi cuadrada) entre la exposición a una supuesta causa (rastro o matadero) y la característica evaluada ( $p < 0.05$ )

### 3) Diagramas de flujo

#### 1.- Matanza de bovinos, porcinos, caprinos, ovinos y equinos



#### 2.- Matanza de aves



#### 4) Descripción de cada operación e identificación de los peligros asociados

##### a) Inspección *ante-mortem*

Luego del arribo de los animales al rastro, éstos pasan a los corrales de descanso por lo menos con 12 horas de antelación a su sacrificio. Su utilidad radica en que, cuando el animal está cansado, el efecto de la fatiga por el transporte produce menos acidez en el músculo (con el consiguiente mayor riesgo de contaminación microbiana) y mayores pérdidas de peso, hasta un 7% en el peso de las canales y un 30% del peso vivo del animal.

La verificación sanitaria previa al sacrificio asegura que en la producción de carne para consumo humano sólo se acepten animales aparente o clínicamente sanos. La verificación de la carne también elimina material no apto que sólo puede detectarse después del sacrificio.

Una de las funciones más importantes de la inspección *ante-mortem* es cerciorarse de que los animales estén lo suficientemente descansados para asegurar la calidad de la carne, así como observar posibles signos de enfermedad. También permite asegurarse que los signos que son importantes para la inspección, que pueden ser más difíciles de detectar (o no ser evidentes) en la inspección *post-mortem*, se tengan en cuenta al adoptar una decisión en cuanto a la inocuidad y salubridad de la carne.

Cuando la inspección *ante-mortem* revela que un animal no es apto para ser sacrificado para consumo humano, el dictamen deberá basarse en este resultado y no retrasarse hasta después del sacrificio y de la inspección *post-mortem*.

La inspección *ante-mortem* permite, asimismo, identificar los animales que exigen una manipulación especial en los locales de matanza (ya sea que se deba a su falta de limpieza o a una enfermedad o defecto) y someterlos a esa manipulación especial, así como identificar aquellos animales que exigen una inspección *post-mortem* especial. La inspección *ante-mortem* deberá ser realizada, de preferencia, por un médico veterinario.

La inspección *ante-mortem* deberá realizarse en un plazo no mayor de 24 horas antes del sacrificio. Adicionalmente, se deberá efectuar con pleno conocimiento de toda la información referente al origen de los animales, adquirida antes de su llegada al matadero, con el propósito de garantizar su rastreabilidad.

Cuando existan signos de enfermedad, el animal deberá

ser identificado y excluido de la matanza normal para ser llevado a un corral de aislamiento previsto para tal efecto donde será:

a) Sometido a un examen detallado, observación o tratamiento; o

b) sacrificado en condiciones especiales de modo que se impida la contaminación de los locales, el equipo y el personal.



Corrales de observación y descanso en desuso, lo que impide llevar a cabo la inspección *ante-mortem* adecuadamente. Ubicación del establecimiento en zona urbana.

Cuando los signos de enfermedad indiquen una afección generalizada; la posibilidad de transmisión a los seres humanos; o una toxicidad causada por agentes químicos o biológicos que hagan insalubre la carne, el animal deberá:

a) Ser decomisado inmediatamente como no apto para el consumo humano; o

b) cuando proceda, ser apartado y permanecer bajo el control de un inspector hasta que se tome una nueva decisión respecto de su destino, o

c) ser sacrificado en condiciones especiales, de modo que se impida la contaminación de los locales, el equipo y el personal.

Los restos de los animales que hayan muerto, y de aquellos que hayan sido decomisados y sacrificados en una inspección *ante-mortem*, deberán trasladarse inmediatamente a un establecimiento que garantice su destrucción, asegurándose de que se tomen precauciones suficientes para impedir su empleo indebido y evitar peligros para la salud humana y animal. Es conveniente someterlos a un examen *post-mortem* con el propósito de que se pueda determinar, ulteriormente, su estado sanitario para cumplir con los requisitos relativos a la vigilancia de las enfermedades humanas y animales.

A través de la inspección *ante-mortem* pueden identificarse signos sugerente de diversas enfermedades que son de importancia para la salud de los consumidores, de los operarios del rastro y de los animales como son: enfermedades con signología nerviosa (rabia, encefalopatía espongiiforme bovina), paratuberculosis, enfermedades vesiculares (aftosa), actinomicosis, actinobacilosis, carbunco y peste porcina, entre otras.

Preguntas realizadas en la encuesta, relacionadas con esta operación y nivel de riesgo:

1.- ¿Cuál es la ubicación del rastro?

Urbano (3) Suburbano (2) Rural (2)

2.- ¿Las instalaciones del rastro están cercadas en la periferia?

Sí (1) No (3) No contesta (3)

3.- ¿Qué tipo de acceso hay al rastro?

Camino pavimentado (1) Camino de terracería (2)  
Otro (2)

4.- ¿Cuenta con rampa de desembarco?

Sí (1) No (2) No contesta (2)

5.- ¿Cuenta con corral de descanso?

Sí (1) No (3) No contesta (3)

6.- ¿Cuenta con corrales para animales en observación?

Sí (1) No (3) No contesta (3)

7.- ¿Realiza la inspección *ante-mortem*?

Sí (2) No (5) No contesta (5)

8.- ¿Quién realiza la inspección sanitaria?

Médico veterinario (1) Inspector sanitario (3) No existe inspección sanitaria (5) médico veterinario e inspector sanitario (2)

##### b) Bañado de los animales aptos

La importancia sanitaria del bañado de los animales antes del sacrificio radica, principalmente, en la eliminación o reducción de la suciedad presente en el

cuero de los mismos (restos de excremento, orina, alimento, secreciones, ectoparásitos, etc.) que evita que, al momento del sacrificio, haya una contaminación excesiva tanto de las instalaciones como de las canales o de la sangre para consumo humano o industrial. La carne, instalaciones, el equipo empleado durante la matanza, manos y ropa de los trabajadores e, incluso, el medio ambiente de las zonas de proceso y de almacenamiento se contaminan con microorganismos patógenos por contacto con el pelo, piel, patas, contenido estomacal y entérico, leche de la ubre, sangre, semen, bilis, etc.

Durante el bañado se debe evitar la caída de los animales, así como los encharcamientos. Esta área debe ser lavada, por lo menos, al final de la jornada.

Preguntas realizadas en la encuesta, relacionadas con esta operación y nivel de riesgo:

1.- ¿Existe bañado de animales antes de ingresar a la sala de matanza?

Sí (1) No (3) No contesta (3)

##### c) Aturdimiento o insensibilización

Los animales que van a ser sacrificados serán manejados cuidadosamente para no infligir sufrimiento innecesario, por lo cual debe evitarse que sean golpeados con palos o fierros, así como los gritos y el abuso de bastones eléctricos. De no aplicarse estas medidas, los animales sufrirán un estrés excesivo y el pH del músculo *post-mortem* será mayor al normal, permitiendo el asentamiento y multiplicación de microorganismos alterantes y patógenos.

Para la insensibilización de los animales se recomienda la utilización del pistolete de perno cautivo, martillo percutor, clamps eléctricos o dióxido de carbono, que serán aplicados según la especie animal. Se debe evitar el uso del método de puntilla o insición cardíaca o yugular directa, debido, fundamentalmente, a que el animal no pierde la consciencia. Adicionalmente, se debe tender a suprimir el empleo de insensibilizadores con inyección intracerebral de aire comprimido puesto que, mediante este método, se puede generar una dispersión de material encefálico vía sanguínea y diseminar enfermedades como la encefalopatía espongiiforme bovina.

Está prohibido el sacrificio no humanitario, antes del degüello (NOM-033-ZOO-1995), los animales deben ser insensibilizados con el propósito de evitar su sufrimiento, obtener una mejor calidad sanitaria de la carne y un sangrado lo más completo posible.

Preguntas realizadas en la encuesta, relacionadas con esta operación y nivel de riesgo:

1.- Método de sacrificio:

a) Bovinos: Pistola de percusión (1) Degüello (4) Otro (4)

b) Porcinos: Insensibilizador eléctrico (1) Golpe traumático (2) Degüello (4)

c) Otros: Pistola de percusión (1) Degüello (4) Otro (4) Insensibilizador eléctrico (1) Golpe traumático (2)



Sacrificio no humanitario.

#### d) Izado

La importancia del izado del animal radica principalmente en evitar la contaminación al realizar la faena en el piso, o en camas para este fin, recordando que, de acuerdo con datos publicados recientemente, la sangre residual en los músculos es la misma

independientemente de la posición del desangrado. Bajo condiciones normales, el volumen total de sangre retenida en los músculos supone el 15% del total de sangre contenida en el animal.

La primera fuente de contaminación microbiológica de la carne es la piel del animal que se está faenando y la de los animales próximos a él. Entre los microorganismos de este origen se incluye la flora normal de la piel (micrococos, pseudomonas, estafilococos, levaduras y hongos), así como otros de origen fecal y del suelo. Otras ventajas asociadas al izado de los animales son evitar ensuciar espacios amplios del rastro, ahorrar mano de obra y economizar agua para la limpieza, así como favorecer la presentación y el almacenamiento de la carne.

Preguntas realizadas en la encuesta, relacionadas con esta operación y nivel de riesgo:

1.- ¿Se cuenta con rieles para el manejo de las canales?

Sí (1) No (5) No contesta (5)

2.- ¿Se realiza el faenado aéreo?

Sí (1) No (5) No contesta (5)



Faena inadecuada de bovinos.

#### e) Sacrificio

El ritmo del sacrificio dependerá de la capacidad de la línea de faena, para evitar que una vez insensibilizados los animales permanezcan mucho tiempo antes de ser sacrificados y serles retiradas las vísceras. La retención de sangre en las masas musculares hace propensa a la carne a una rápida descomposición. La carne se contaminará con microorganismos del tracto gastroentérico (*Salmonella* sp., *Escherichia coli*, *Shigella* sp., *Clostridium* sp., *Bacillus* sp., entre otras) si éste no es retirado de

inmediato de la canal. Asimismo, se deben evitar congestiones en la línea de faena y que, debido a ello, se peguen las canales unas con otras y se provoque una contaminación cruzada, o que no se realice una correcta verificación por falta de espacio (las canales deben tener una separación aproximada de un metro entre una y otra).

El sangrado de los bovinos en el rastro se realiza, generalmente, por el corte de las arterias carótidas y la vena yugular en la base del cuello. El cuchillo con el que se realice esta operación debe conservarse limpio ya que, de no ser así, las bacterias pueden ser introducidas al sistema circulatorio y de esta manera distribuirse hacia los músculos considerados estériles si el animal no presenta enfermedades. Por lo tanto, es de suma importancia que en esta área cuenten con un esterilizador de cuchillos con agua a 82°C con el propósito de que los cuchillos utilizados para el degüello sean desinfectados. Se debe hacer el ligado del esófago y recto para evitar el regreso del contenido ruminal y la salida de materia fecal.

Se debe evitar que los animales entren en contacto con la sangre durante el sacrificio. La sangre destinada a consumo humano se debe coleccionar de manera higiénica, empleando los utensilios adecuados para tal fin.

Preguntas realizadas en la encuesta, relacionadas con esta operación y nivel de riesgo:

1.- Destino de la sangre:

Se destina a algún proceso: Sí (1)  
No (3) No contesta (3)

Se produce harina de sangre: Sí (1)  
No (2) No contesta (2)

#### f) Desollado

Una vez eliminadas las manos y patas, se inicia el proceso de desollado. Se debe evitar el uso de utensilios de corte no desinfectados. Al ir desprendiendo la piel es necesario evitar el contacto del cuchillo con la piel del animal, así como que la piel se enrolle hacia adentro y roce la canal. Estas consideraciones operativas son de suma importancia para evitar la contaminación de la carne con microorganismos presentes en la piel de los animales, pues ésta es una de las principales fuentes de contaminación de las canales.

En el caso de que el desollado fuese mecánico, es importante evitar el contacto de la canal con la máquina y las cadenas de sostén del cuero, las cadenas deberán

ser esterilizadas. La piel deberá ser sacada del área de sacrificio de inmediato para evitar su acumulación. Las pieles no pueden pasar por debajo de las canales, o ser arrastradas por el suelo, con el propósito de evitar contaminaciones cruzadas. Es importante contar, en esta área, con un esterilizador de utensilios con agua a 82°C.

Preguntas realizadas en la encuesta, relacionadas con esta operación y nivel de riesgo:

1.- ¿Cómo se separa la piel?

Mecánicamente (1) Manualmente (3) No contesta (3)

2.- ¿Existen esterilizadores de cuchillos y sierras?:

Sí (1) No (3) No contesta (3)

3.- ¿Se capacita al personal para realizar su trabajo?

Sí (2) No (5) No contesta (5)

#### g) Escaldado, depilado y chamuscado (cerdos y aves)

Con el objetivo de ablandar la piel, para facilitar el depilado, los animales son introducidos 5 minutos aproximadamente en un tanque de escaldado con agua a una temperatura de 60°C.

El tanque de escaldado debe ser lavado y desinfectado diariamente. Es necesario bañar a los animales antes y después del sacrificio para ensuciar lo menos posible el agua de escaldado. Es primordial evitar la contaminación del agua con microorganismos fecales. Los animales tienen que ir completamente desangrados para evitar sangre en el agua de escaldado.



Agua de tanque de escaldado contaminada.

Hay que tomar todas estas medidas con el propósito de que no se presente la contaminación de los pulmones y estómagos de los animales por el agua que pudiera entrar en ellos, eventualmente, a través de las fosas nasales por movimientos inspiratorios, voluntarios o involuntarios, así como penetrar por la herida del desangrado, diseminándose por vía vascular hasta los músculos y órganos.

El depilado tiene por objeto eliminar el pelo de los cerdos y las plumas de las aves, previamente escaldados, para que la piel sea utilizada para consumo humano. Después del depilado todavía puede quedar pelo o pluma, que van asociados a la contaminación, por lo que la canal debe ser repasada con cuchillo y chamuscada. Se debe hacer un correcto depilado y chamuscado, eliminando el pelo o pluma en su totalidad, para que la apariencia de la canal sea buena.

#### h) Remoción de cabeza

En los cerdos, la cabeza no debe ser removida hasta que la canal haya sido verificada para la detección de cisticercos.

En las aves, la cabeza no es removida.

Para evitar la contaminación, antes de remover la cabeza del cuerpo, se deben eliminar los cuernos (bovinos) y la piel de la cabeza, así como el morro del animal. La cabeza debe ser limpiada y lavada para su verificación. Las cabezas deben ser colgadas en el gancho de cabezas con la lengua expuesta, no deben tocar el suelo ni tener contacto con los cuernos, piel, morro, etc., evitando, de esta forma, la contaminación.

El manejo de las cabezas debe ser separado del flujo que sigue la canal, aunque se debe asegurar la identificación de éstas respecto a la canal correspondiente, por si se llega a encontrar algún hallazgo en la verificación *post-mortem*.

Se deben tener las mismas precauciones para el desollado de la cabeza, para la canal, así como para el corte de cuernos y morro, con el propósito de evitar la contaminación por microorganismos. Una vez verificadas y aprobadas para consumo humano deben ser refrigeradas para que se conserven en buen estado antes de la distribución.

#### i) Aserrado de la canal y eviscerado

Al llevar a cabo el aserrado del esternón puede haber contaminación con microorganismos si no se toma la precaución de desinfectar previamente la sierra con agua caliente o vapor.

La evisceración debe realizarse inmediatamente después del desollado para evitar el paso de bacterias intestinales a través de los vasos sanguíneos y, con ello, la contaminación de la canal. Se considera que el tiempo máximo que puede transcurrir desde el momento en que el animal es sacrificado hasta que se retiran las vísceras es de 30 minutos.

En el proceso de eviscerado es preciso evitar la ruptura de los estómagos e intestinos para no causar contaminación de la canal con bacterias entéricas presentes en su contenido. Se deben separar las vísceras rojas de las verdes. Ninguna de éstas puede colocarse en el piso debido a la contaminación que se puede producir bajo esas condiciones.

Hay que colocar las vísceras de tal manera que no ofrezcan duda respecto al animal del que proceden para su verificación *post-mortem*.

El lavado de las vísceras tiene que realizarse en un área separada de las canales para evitar salpicaduras y contaminaciones cruzadas. Es necesario evitar encharcamientos en esta área, así como el taponamiento de drenajes y tarjas de lavado por el contenido de las panzas. En esta área debe existir un esterilizador de utensilios, así como un lavamanos, para lavar y desinfectar el material y equipo utilizados durante el proceso.

Una vez verificadas y aprobadas las vísceras aptas para consumo humano deben ser refrigeradas por separado las verdes de las rojas, y ambas aparte de las canales.

Éstas últimas, una vez evisceradas, deberán ser aserradas longitudinalmente en sus dos mitades a lo largo de la columna vertebral, teniendo la precaución de esterilizar previamente la sierra con vapor o agua a 82°C para evitar la contaminación cruzada con el material de corte. Asimismo, se debe evitar la contaminación por manipulación. Después de este proceso las canales deben pasar al área de verificación *post-mortem*.

Este procedimiento no se realiza en aves y las canales no son evisceradas. Cabe señalar que esta práctica no se considera correcta, pues la presencia de las vísceras con su contenido en la canal representa un foco de contaminación.

Preguntas realizadas en la encuesta, relacionadas con esta operación y nivel de riesgo:

1.- ¿En qué se depositan las vísceras?

a) Carretillas, carretones, carritos para vísceras, carritos

de acero inoxidable, carros riñón, carros transportadores, charolas, equipo adecuado, equipos automáticos, canaleja y recibidor, canastillas, cuarto para vísceras y cuarto frío (1)

b) Botes de plástico, botes y perchas, cajas de plástico, cestas de plástico, cubetas, depósitos de plástico, dispositivos, recipientes plásticos, utensilios plásticos, contenedores (2)

c) Lavaderos, bancos de concreto, mesas, pilas, piletas, plancha, tambos, tanques, tarimas, tarjas, tinas, tolvas, anaqueles, bidones, taras, bolsas, botes y jivas (3)

d) Ganchos o perchas (4)

e) Piso, suelo, basura o no hay depósitos (5)

2.- ¿Existen salas separadas para el manejo de vísceras verdes y rojas?

Sí (1) No (4) No contesta (4)

3.- ¿Se identifican las vísceras de cada canal?

Sí (1) No (4) No contesta (4)

4.- ¿Existe sierra eléctrica para partir canales?

Sí (1) No (2) No contesta (2)

5.- ¿Se cuenta con caldera?

Sí (1) No (3) No contesta (3)

6.- ¿El personal cuenta con vestimenta de trabajo?

Sí (1) No (4) No contesta (4)



Manejo inadecuado de las vísceras.

Además, se aplica la pregunta sobre la presencia de esterilizadores de cuchillo, así como la de si se brinda capacitación al personal para realizar su trabajo.

#### j) Inspección *post-mortem*

La inspección de carnes ha estado a cargo, desde siempre, de los veterinarios profesionales, ya que ellos poseen los conocimientos específicos (anatomía patológica, enfermedades infecciosas y parasitarias, etc.), necesarios para llevar a cabo una tarea idónea y responsable. La inspección moderna de carnes es integral, abarcando todos los aspectos higiénico-sanitarios de los productos cárnicos y sus derivados, desde la producción hasta su comercialización. La inspección veterinaria comprende, también, los aspectos legislativos y el control de la documentación correspondiente.

El propósito fundamental de la inspección de carnes debe ser la protección de la salud, humana y animal, ante riesgos directos e indirectos. Así, pues, esta inspección está dirigida a la protección de:

a) los consumidores, ante las enfermedades transmitidas por los alimentos (ETAs);

b) los operarios, ante las zoonosis ocupacionales (por ej. brucelosis);

c) el ganado, de la diseminación de enfermedades infecciosas, parasitarias o tóxicas de importancia socioeconómica, en particular, enfermedades contagiosas o aquellas que están bajo control oficial;

La cabeza, los órganos, las vísceras y cualquier otra parte del animal en la cual sea necesario practicar una inspección *post-mortem*, deberá ser identificada, claramente, con la correspondiente canal hasta que la inspección haya quedado terminada.

Cuando la sangre de los animales sacrificados esté destinada al consumo humano, deberá retenerse hasta que la inspección de la canal correspondiente haya concluido, con el propósito de que pueda decomisarse en caso necesario.

Toda canal o víscera sospechosa de no ser apta para el consumo humano, pero que exija un examen más detallado para que pueda emitirse un dictamen, deberá ser identificada y retenida convenientemente, separada de otras carnes, bajo el control de un inspector. Es indispensable reunir todas las partes necesarias de ese animal para un examen ulterior, el cual se deberá efectuar conjuntamente con cualquier prueba de laboratorio, u otro examen, que el inspector veterinario juzgue necesario para llegar a una decisión final.

La responsabilidad última de decidir sobre la inocuidad para el consumo humano debe corresponder a un inspector veterinario. El dictamen que sigue a la inspección *ante-mortem* y/o *post-mortem* deberá garantizar que la carne aprobada para el consumo humano sea inocua y sana. Éste deberá garantizar, en todo momento, la protección de la salud de los consumidores, los animales y de los trabajadores de los mataderos, así como de los manipuladores de los alimentos contra las zoonosis ocupacionales.

Todas las canales, partes de canales, órganos y vísceras y fetos que, como resultado de la inspección *ante-mortem* y *post-mortem*, hayan sido declarados no aptos para el consumo humano, deberán retenerse en condiciones de seguridad, a satisfacción del inspector, hasta que hayan sido marcados, manchados, aniquilados, desnaturalizados o destruidos de algún otro modo, con el propósito de quedar excluidos de la cadena de alimentación humana, asimismo es primordial impedir, con toda seguridad, que dicha carne cause un problema de contaminación o ponga en peligro la salud humana o de los animales.

Una vez que el inspector toma la decisión de que la carne es apta, condicionalmente apta o inadecuada para el consumo humano, será necesario marcarla de modo sistemático para indicar el resultado de la inspección. Esto permitirá controlar y manipular/eliminar adecuadamente la carne antes de que llegue al consumidor y, también, ofrecerá a los consumidores la garantía oficial de que la carne es inocua y sana.

La autoridad de inspección deberá compilar y evaluar periódicamente estadísticas relativas a los resultados de la inspección de la carne, así como a las decisiones adoptadas sobre los dictámenes. Por lo que dichas estadísticas deberán estar a disposición de las autoridades competentes.

Algunos de los padecimientos que pueden detectarse durante la inspección *post-mortem*, y que tiene relación directa con la salud del consumidor, de los operarios que laboran en el rastro o la sanidad animal son: cisticercosis, actinobacilosis, actinomicosis, tuberculosis, brucelosis, hidatidosis, carbunco, paratuberculosis, leptospirosis, salmonelosis, triquinelosis, fasciolosis, entre otras.

Preguntas realizadas en la encuesta, relacionadas con esta operación y nivel de riesgo:

1.- ¿Se cuenta con incineradores?

Sí (1) No (4) No contesta (4)

2.- ¿Cuenta con planta de rendimiento?

Sí (1) No (3) No contesta (3)

3.- ¿Existe fosa de sedimentación?

Sí (1) No (4) No contesta (4)

4.- ¿Cuál es el destino de las vísceras y canales decomisadas?

Se incineran Sí (1) No (4) No contesta (4)

Se depositan en basureros Sí (4) No (1) No contesta (4)

Asimismo, se deberá referir a las preguntas acerca de quién realiza la inspección sanitaria y si existe oficina de inspección veterinaria, ambas realizadas en el punto anterior (Inspección *ante-mortem*).

#### k) Lavado de las canales

Una vez verificadas las canales, éstas deben ser lavadas mediante chorros de agua a presión, de preferencia caliente (70°C), lo que permite eliminar, por arrastre, los posibles focos de contaminación (pelo, plumas, heces, etc.)

Es muy importante verificar que el agua utilizada en este proceso sea potable para evitar la contaminación de las canales que se puede presentar en el caso de que el agua presente microorganismos alterantes o patógenos. Si el agua no cumple con las especificaciones sanitarias debe ser tratada para potabilizarla.

El lavado debe ser, únicamente, a presión (efecto físico), sin utilizar ningún utensilio, trapo, etc. Ya lavadas las canales deben orearse previamente a su refrigeración con el propósito de facilitar los procesos bioquímicos que se dan en los músculos *post-mortem*, los cuales se transformarán en carne.

Preguntas realizadas en la encuesta, relacionadas con esta operación y nivel de riesgo:

1.- ¿Se lavan las canales después de remover la piel?

Sí (1) No (5) No contesta (5)

2.- ¿El agua que se utiliza es potable?

Sí (1) No (5) No contesta (5)

3.- Procede de:

Red pública (1) Pozo (3) Otra (3)

4.- ¿Las aguas residuales se vierten en?:

Drenaje público (4) Tanque de tratamiento de aguas (1) Canales o arroyos (5) Otros (4)

#### l) Refrigeración

El propósito de enfriar las canales y demás partes comestibles del animal, es retardar el crecimiento bacteriano y su consiguiente deterioro. Las canales deben almacenarse a una temperatura de entre 0 a 4°C. Es indispensable tener refrigeradores diferentes para vísceras y para canales. Asimismo, las vísceras rojas deben estar separadas de las verdes para evitar contaminaciones cruzadas.

Por otra parte, es necesario mantener secas y limpias las cámaras de refrigeración, así como llevar los registros de temperatura y controles de tiempo-temperatura. Asimismo, deben ser lavadas y desinfectadas para evitar la proliferación de microorganismos indeseables que luego se pudieran pasar a la carne.

No es adecuado almacenar carne en mal estado, desperdicios o materiales que puedan contaminar el producto en buen estado. Las canales tienen que mantenerse separadas entre sí y de las paredes, columnas o puertas, de manera que exista circulación libre del aire frío. No pueden arrastrarse por el piso.

Otra precaución indispensable es evitar el paso de operarios que hayan estado trabajando en el área de faena a las cámaras frigoríficas.

De acuerdo con estudios realizados en México, la carga microbiana de enterobacterias (grupo microbiano que incluye géneros patógenos para el hombre como *Salmonella*, *Shigella* y *Escherichia*) presentes en la carne de bovinos es de 4.74 logUFC/gramo. Considerando una concentración inicial de 3 logUFC/gramo de enterobacterias en

la superficie de la canal, el tiempo requerido para que esta población bacteriana alcance un valor de 6 logUFC/gramo (nivel considerado de alto riesgo sanitario), sería superior a los 8 días si la canal se almacena bajo condiciones adecuadas de refrigeración.

Si la canal no se almacena en cámaras frigoríficas, suponiendo una temperatura media de 18°C, el tiempo requerido para alcanzar ese mismo nivel se reduciría a 1.15 días. Pero, si la canal no se refrigera y se mantiene a una temperatura promedio de 25°C (considerando las condiciones climáticas halladas en México y la temperatura corporal de las canales), el tiempo necesario para que la población de enterobacterias alcance niveles peligrosos, desde el punto de vista sanitario, se reduce a menos de 10 horas.

Preguntas realizadas en la encuesta, relacionadas con esta operación y nivel de riesgo:

1.- ¿Existe cámara de refrigeración de canales?

Sí (1) No (5) No contesta (5)

2.- ¿Existe cámara de refrigeración de vísceras?

Sí (1) No (5) No contesta (5)

Como resultado general de la metodología de evaluación semicuantitativa de riesgos, se obtiene que la mayor calificación (mayor riesgo sanitario) que podría obtener un rastro es de 123 puntos, mientras que la menor (menor riesgo sanitario) sería de 36. Por lo tanto, los cuatro cuartiles que definen el riesgo sanitario de los rastros queda de la siguiente forma:

Entre 36 y 57 puntos se consideran de riesgo sanitario bajo

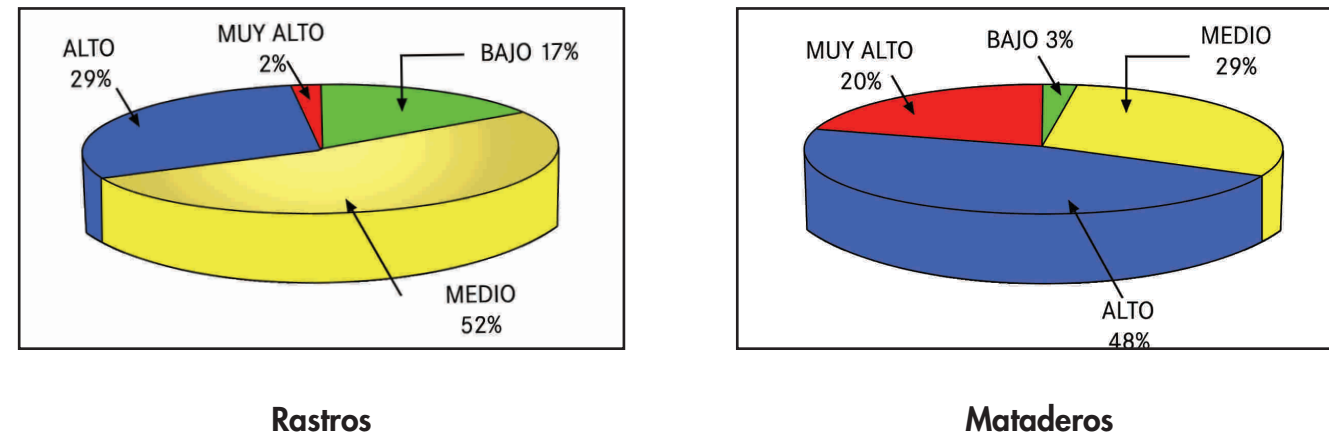
Entre 58 y 80 puntos de riesgo medio

Entre 81 y 103 puntos de riesgo alto

Entre 104 y 123 puntos de riesgo muy alto.

La proporción de rastros considerados con riesgo sanitario bajo y medio, corresponde al 69% de todos los establecimientos, mientras que, esa misma proporción, es la que corresponde a los mataderos con calificaciones de riesgo sanitario alto y muy alto (gráfico 7), lo que demuestra que la condición sanitaria de los establecimientos, está en función del volumen de matanza que realizan.

**Gráfico 7: Nivel de riesgo sanitario**



Desglosando la información, en función del tipo de establecimiento (rastro o matadero), para cada especie animal, podemos observar que los rastros con un nivel de riesgo bajo o medio, concentran, en promedio, el 90% de la matanza anual, independientemente de la especie que se considere. Un porcentaje bajo de la faena de aves (5.6%) y de porcinos (7.5%) se realiza en rastros con riesgos sanitarios alto o muy alto, lo que pone de manifiesto la sofisticación de la matanza en estas especies animales. Por otro lado, aproximadamente el 15% de los bovinos, ovinos y caprinos, son faenados en establecimientos con alto o muy alto riesgo sanitario (tabla 12).

**Tabla 12: Distribución de la faena anual por especie y nivel de riesgo de los rastros**

Nivel de Riesgo	Faena de Aves	Faena de Bovinos	Faena de Ovinos y Caprinos	Faena de Porcinos
Bajo	12,000,000 (31.7%)	1,048,050 (42.5%)	132,000 (36.6%)	1,363,200 (34.3%)
Medio	23,686,250 (62.7%)	1,081,550 (43.9%)	173,600 (48.1%)	2,314,040 (58.2%)
Alto	2,087,500 (5.6%)	306,700 (12.4%)	55,000 (15.2%)	268,000 (6.7%)
Muy alto	- -	29,500 (1.2%)	350 (0.1%)	27,000 (0.8%)
<b>TOTAL</b>	<b>37,773,750</b>	<b>2,465,800</b>	<b>360,950</b>	<b>3,972,240</b>

Aproximadamente el 88% de toda la faena anual de aves (tabla 13), se realiza en establecimientos categorizados como de bajo o medio riesgo sanitario, independientemente del volumen de matanza. Por otra parte, un porcentaje promedio del 18% de la faena anual de bovinos, ovinos, caprinos y porcinos, se efectúa en establecimientos con riesgos sanitarios alto o muy alto.

Cuando se analiza la distribución de la faena anual por especie realizada en mataderos (tabla 13), el panorama cambia sustancialmente. La faena de aves se polariza en establecimientos considerados de alto riesgo sanitario, mientras que para las especies analizadas restantes, aproximadamente el 65% de la matanza se efectúa en mataderos con riesgos sanitarios alto o muy alto.

Considerando que, según el Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria, durante los años 1990 a 2002 el peso promedio de una canal de bovino es de unos 207 Kg, la de cerdo 72 Kg, la de ovinos y caprinos 17 Kg y la de aves 1.67 Kg, podemos estimar que se producen, anualmente, en establecimientos considerados como de alto o muy alto riesgo sanitario, 115,785.45 toneladas de carne bovina, 1,093.95 toneladas de carne de ovinos y caprinos, 41,018.4 toneladas de carne de porcino y 3,811.77 toneladas de carne de aves.

Si tenemos en cuenta que, según la SAGARPA (año 2000), el consumo *per cápita* anual de carne de bovino, ovino, caprino, porcino y aves, es de 16.3 Kg, 0.9 Kg, 0.4 Kg, 13.7 Kg y 20.6 Kg, respectivamente, se puede esperar que la cantidad aproximada de personas que consumirían carne producida en establecimientos de alto o muy alto riesgo serían: 7'103,402 personas carne de res; 729,300 carne de ovinos y caprinos; 3'432,000 de porcinos y 185,037 de aves.

**Tabla 13: Distribución de la faena anual por especie y nivel de riesgo de los mataderos**

Nivel de Riesgo	Faena de Aves	Faena de Bovinos	Faena de Ovinos y Caprinos	Faena de Porcinos
Bajo	- -	14,550 (4.0%)	350 (25%)	11,750 (3.0%)
Medio	20,000 (9.3%)	121,400 (33.8%)	4,900 (34.4%)	100,400 (25.9%)
Alto	195,000 (90.7%)	166,100 (46.2%)	7,150 (50.2%)	226,650 (58.6%)
Muy alto	- -	57,050 (16.0%)	1,850 (12.9%)	48,050 (12.5%)
<b>TOTAL</b>	<b>215,000</b>	<b>359,100</b>	<b>14,250</b>	<b>386,850</b>

México es un país en el que se consumen grandes cantidades de vísceras, entre las que se pueden mencionar el hígado, riñones, sesos, médula espinal, lengua, intestinos, panza y corazón. Considerando el peso promedio de cada uno de ellos, fue posible estimar que el volumen de vísceras generadas anualmente en rastros y mataderos, considerados con niveles de riesgo alto y muy alto, asciende a 23,520.66 toneladas derivadas de bovinos, 4,457.33 toneladas provenientes de cerdos, 253.34 toneladas obtenidas de ovinos y caprinos y 1,141.25 toneladas de aves.

Si consideramos el nivel de riesgo de los rastros municipales, en función del tamaño de la población a la cual surten de carne, podremos apreciar (tabla 14) que casi el 70% de los establecimientos que proveen de carne a las localidades con una población entre 50,000 y 100,000 habitantes tienen un nivel de riesgo alto o muy alto. Esa proporción disminuye a medida que analizamos las poblaciones con mayor número de habitantes, observándose que, en estos casos, la carne es provista por establecimientos que, en su mayor parte, son considerados como de bajo o medio riesgo sanitario.

De los 12 establecimientos considerados como Tipo Inspección Federal (TIF), ocho de ellos presentan un nivel de riesgo sanitario bajo, mientras que los cuatro restantes fueron clasificados como de riesgo medio. Lo anterior no llama la atención debido a que este tipo de rastros deben presentar condiciones de construcción, de equipamiento y operativas, superiores a los rastros municipales. Es decir que de los 28 rastros o mataderos clasificados como de bajo riesgo sanitario, 16 de ellos son rastros municipales potenciales candidatos a ser TIF.

**Tabla 14: Distribución del riesgo de los rastros en función del tamaño de la población**

Nivel de Riesgo	Poblaciones entre 50,000 y 100,000 habitantes	Poblaciones entre 100,000 y 500,000 habitantes	Poblaciones con más de 500,000 habitantes
Bajo	3 (1.9%)	12 (10.3%)	13 (48.1%)
Medio	50 (31.1%)	61 (52.1%)	12 (44.4%)
Alto	74 (46%)	42 (35.9%)	2 (7.4%)
Muy alto	34 (21.1%)	2 (1.7%)	-

Adicionalmente, se realizó la ponderación del riesgo por estado, ponderando el riesgo sanitario asignado a cada rastro por su faena semanal. Como resultado de dicho análisis, los estados de la república se agruparon en cuatro categorías: riesgo bajo, medio, alto y muy alto. En la figura 1 se puede apreciar la distribución del riesgo sanitario siendo Campeche, Guerrero e Hidalgo, los que presentan los mayores riesgos.

**Figura 1: Distribución del Riesgo Sanitario por estado**



## E) Parte II

### Evaluación de riesgos derivados del vertido de aguas residuales y decomisos

La evaluación del riesgo es una metodología que consiste en reunir información científica, y datos en general, para analizarlos con el propósito de identificar qué patógenos, toxinas o metabolitos pueden generar efectos adversos a la salud pública y, posteriormente, determinar la magnitud del impacto de estos riesgos, así como identificar los factores que lo influyen.

La presente evaluación tiene como objetivo la identificación y estimación del impacto generado en la salud pública por el vertido de aguas residuales y decomisos provenientes de los establecimientos dedicados al sacrificio y faena de los animales de abasto.

#### 1) Identificación del peligro

La identificación del peligro consiste en definir cuáles son los agentes biológicos, químicos o físicos que pueden causar un efecto adverso en la salud; siendo ésta la primer etapa en la comprensión de un peligro nuevo o emergente. Ésta aporta un análisis de los efectos adversos asociados con un peligro determinado considerando, de manera realista, la probabilidad de que ocurra y su severidad.

La composición de las aguas residuales de un rastro o matadero depende, fundamentalmente, de la especie que se procesa. En general, contiene sangre, excremento, contenido ruminal o estomacal, grasa, plumas y huesos.

Cuando el agua residual contiene una cantidad alta de materia orgánica, es propicia para el desarrollo de microorganismos patógenos normalmente presentes en dicha materia (*Salmonella* spp., *Shigella* spp.), además de contener, entre otros elementos, huevos de parásitos y quistes de amibas, así como residuos de plaguicidas (presentes en el alimento de los animales), cloro (limpieza de instalaciones), salmuera, etc.; resultando ser un contaminante potencial del suelo y el agua, en el que proliferan los malos olores por la descomposición de la materia orgánica.



Manejo y composición de las aguas residuales.

Este tipo de residuos, por su humedad y capacidad de descomposición rápida, desprenden gases como el metano, involucrado en el cambio climático global, así como malos olores; atraen a moscas, cucarachas, ratas y otras especies de fauna nociva transmisora de enfermedades; provocan la formación de lixiviados que arrastran contaminantes hacia los cuerpos de agua superficiales o se infiltran hacia los acuíferos, deteriorando las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano e irrigación de campos agrícolas, amenazando, además, los ecosistemas acuáticos.

Estas aguas residuales, vertidas directamente en mantos de agua, generan un ambiente propicio para el desarrollo de moscas y mosquitos capaces de incubar y multiplicar en su cuerpo microorganismos que, posteriormente, podrían ser la causa de enfermedades en el humano, siendo, así, vectores biológicos. Asimismo, actúan como vectores mecánicos al transportar patógenos que se desarrollan en este medio contaminado.

Finalmente, es importante resaltar que los rastros municipales consumen una gran cantidad de agua potable, por lo que compiten por ella con la población local y contribuyen al aumento en la demanda de nuevas instalaciones hidráulicas.



## 2) Caracterización del peligro

Es una evaluación cualitativa o cuantitativa, de la naturaleza de los efectos adversos para la salud asociados a un peligro específico, en la que se establece la relación entre la magnitud de la exposición a estos peligros y la severidad y frecuencia de efectos adversos en la salud pública. Cabe señalar que la frecuencia, severidad y duración de estos padecimientos se encuentran asociadas a la interacción entre los factores relacionados con el agente causal, el hospedador y el medio ambiente, lo que se conoce como triada ecológica de una enfermedad.

### 2.1) Consumo de agua potable

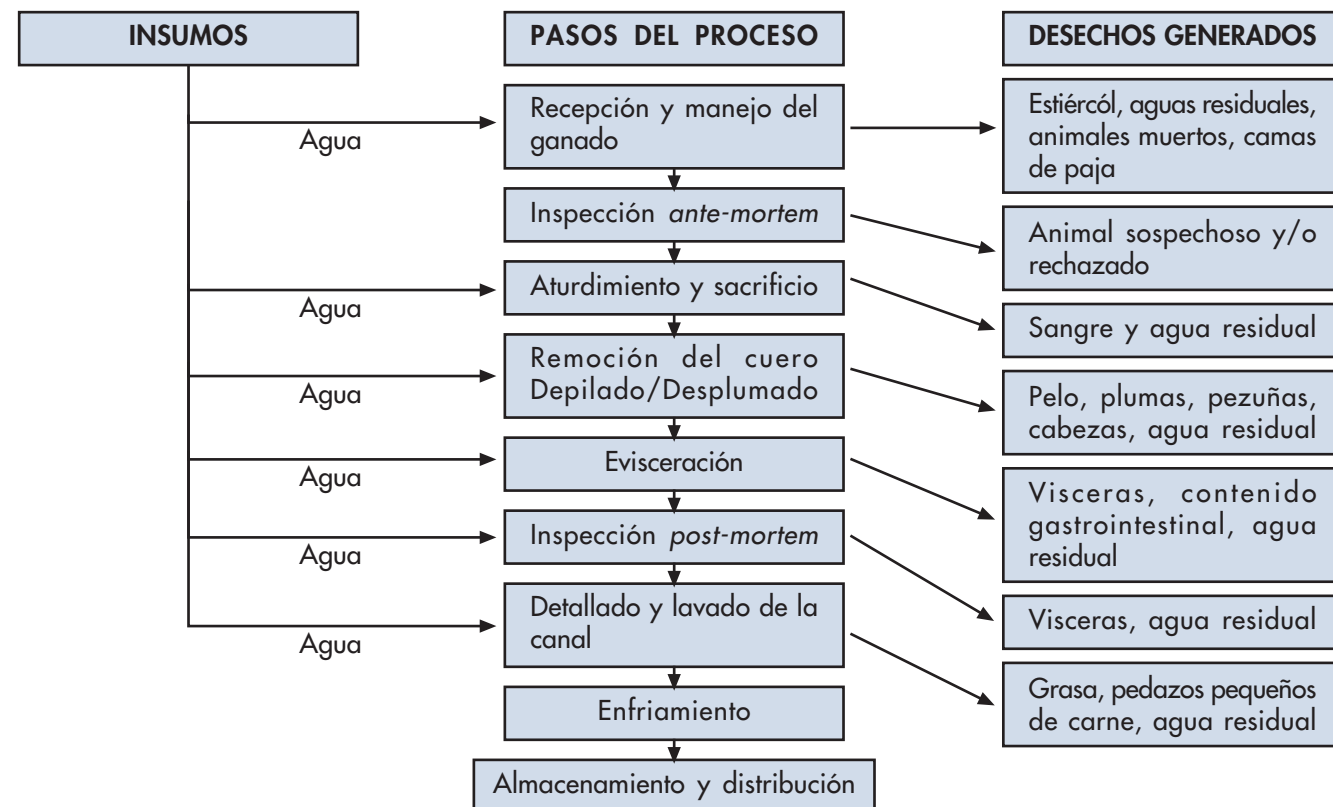
El agua potable es un insumo indispensable en un rastro o matadero, ya que se requiere en el proceso de la faena en los siguientes pasos:

- Bebida del ganado.
- Limpieza o baño del ganado.
- Lavado del transporte en el que los animales llegan al rastro.
- Escaldado en la producción de cerdos y aves (para facilitar la eliminación de pelos y plumas).
- Lavado de la superficie del animal, posterior al escaldado (aves y cerdos).
- Remoción de piel (según sea el caso).
- Lavado en la evisceración de la canal.
- Lavado de la canal.
- Transporte de algunos subproductos y residuos.
- Limpieza y esterilización de cuchillos y equipo.
- Limpieza de pisos y superficies de trabajo.
- Enfriamiento de maquinaria (compresoras, condensadoras, etc.).
- Proveer el líquido a los calefactores.

Las investigaciones realizadas sobre el consumo de agua en una unidad de producción, muestran una variación considerable. Los factores que afectan este consumo son las prácticas de limpieza, el tamaño de la planta, la modernidad del tipo de proceso, nivel de automatización, la variedad de especies que se faenan e incluso, el tipo de usos y costumbres con los que estén familiarizados los trabajadores.

A continuación se presenta, en forma general, un diagrama de flujo con los insumos y los desechos generados en cada paso del proceso (figura 2).

**Figura 2: Diagrama de flujo por operaciones en el proceso de la carne en general**



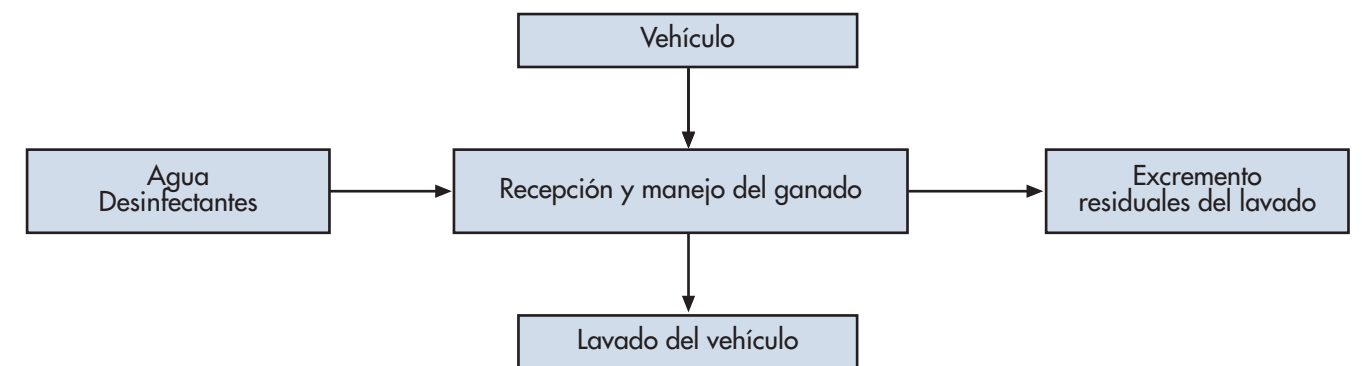
## 2.2) Descripción y consumo de agua en las diferentes etapas del proceso

### 2.2.1) Recepción y manejo del ganado (Inspección *ante-mortem*)

Los animales son transportados al rastro o matadero, generalmente en camiones, los cuales son lavados y ocasionalmente, desinfectados a su llegada al establecimiento (figura 3), asimismo, las instalaciones de descanso de los animales requieren este manejo entre lotes o de manera periódica.

Es necesario hacer hincapié en que tanto durante el traslado como en el corral de descanso se acumulan grandes cantidades de heces, orina y, ocasionalmente, restos de alimento que pasarán a formar parte de las aguas residuales, así como el agua del bañado de los animales previo al sacrificio, que contribuye con grandes cantidades de fósforo, nitrógeno y carbono; durante esta etapa se desperdicia agua en la mayoría de los rastros al no usarla a presión.

**Figura 3: Diagrama de flujo de los insumos y los residuos generados durante la recepción y manejo del ganado**



Se considera que un bovino produce, aproximadamente, 20.3 kg de heces y orina por día, con una DBO<sub>5</sub> (Demanda Bioquímica de Oxígeno, consumido en cinco días por las bacterias que realizan la degradación de la materia orgánica) de aproximadamente 544 g diarios; mientras que los cerdos y ovinos generan, respectivamente, 5.9 y 1.8 kg de heces y orina diarios, equivalente a 177 y 41 g de DBO<sub>5</sub>.

Los principales parámetros correspondientes a los insumos y características del agua residual vertida se resumen en la tabla 15.

**Tabla 15: Datos de insumos y salidas en el proceso de recepción para porcinos y bovino**

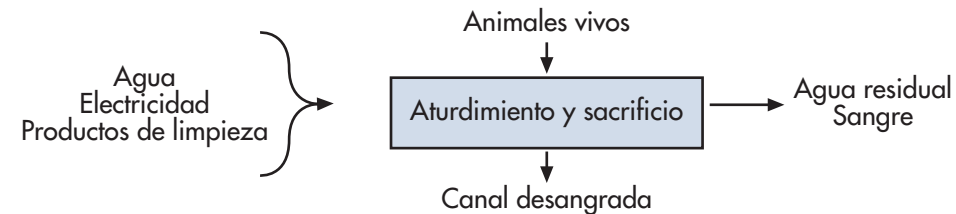
Especie	Insumos	Salidas	
		Salida	Cantidad
Porcino (peso vivo promedio 100 kg)	Agua para lavado del transporte 15 litros	Agua residual	15 Litros
		DBO <sub>5</sub>	1333.3 mg/L
		Desecho sólido	1.5 kg
Bovino (peso vivo promedio 250 kg)	Agua para lavado del transporte 75 litros	Agua residual	75 Litros
		DBO <sub>5</sub>	1333.3 mg/L
		Desecho sólido	5 kg

Al llegar al rastro se segregan los animales caídos o visiblemente enfermos y un médico veterinario realiza la inspección *ante-mortem* de los animales restantes para determinar si son aptos para el sacrificio.

### 2.2.2) Aturdimiento o insensibilización y sacrificio

El aturdimiento o insensibilización tiene como propósito evitar el sufrimiento de los animales durante el desangrado. Éstos son insensibilizados mediante electro-insensibilización o choque eléctrico (porcinos), pistola de émbolo oculto o de perno cautivo (bovinos, ovinos, caprinos, equinos y venados), baños electrificados a la cabeza (aves) y desnucamiento (conejos). El desangrado es realizado durante 20-30 segundos y durante este paso, en algunas instalaciones, se recolecta la sangre para procesarla en la planta de rendimiento o para subproductos (figura 4).

**Figura 4: Diagrama de flujo de insumos y residuos generados asociados al aturdimiento y sacrificio**



La sangre representa alrededor del 5% al 7% del peso vivo de un cerdo o de un bovino, pudiéndose recuperar hasta un 70% a 80% durante el desangrado, quedando el resto depositado en órganos y tejidos. En el caso de las aves la sangre se considera el 10% del peso vivo con una recuperación del 30% al 50%.

La separación y recuperación de la sangre es muy importante ya que es el residuo más contaminante del agua, sin embargo, no es un procedimiento rutinario. El aprovechamiento de la sangre en una planta de rendimiento genera un beneficio al ambiente, además, puede obtenerse un beneficio económico al procesarse y obtener subproductos.

El tejido sanguíneo tiene un contenido orgánico muy alto, con lo que se estima que produce una DBO<sub>5</sub> de 0.14 a 0.18 kg por kg de sangre (tabla 16). Si la sangre es desechada en el agua, los procesos posteriores de tratamiento tendrán menor eficacia, ya que la presencia de sangre disminuye su efectividad, sobre todo en los procedimientos de coagulación. También contribuye a incrementar la cantidad de nitrógeno en el afluente, lo que tiene implicaciones serias ya que un tratamiento posterior en el cuerpo de agua, o en el drenaje, no lo remueve y puede llegar a causar eutrofización (un proceso natural de envejecimiento de agua estancada o de corriente lenta con exceso de nutrientes).

**Tabla 16: Datos de insumos y salidas en la insensibilización y sacrificio de porcinos, bovinos y aves**

Especie	Insumos	Salidas	
Porcino (peso vivo promedio 100 kg)	Agua 6 litros	Peso de la canal	95 kg
		Sangre	4 Litros
		Agua residual	6 Litros
		DBO <sub>5</sub>	200,000 mg/ L
Bovino (peso vivo promedio 250 kg)	Agua 7 litros	Peso de la canal	238 kg
		Sangre	12 Litros
		Agua residual	7 Litros
		DBO <sub>5</sub>	200,000 mg/ L

Especie	Insumos	Salidas	
Aves (peso vivo promedio 2.385 kg)	Agua ND	Peso de la canal desangrada	2.146 kg
		Sangre	0.05 Litros
		Agua residual	ND
		DBO <sub>5</sub>	200,000 mg/ L

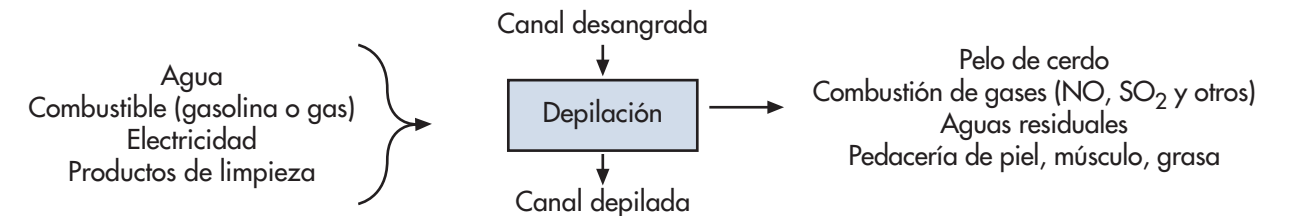
ND: Información no disponible

### 2.2.3) Proceso de rasurado (depilado) y retiro de la piel en porcinos

El escaldado-depilado sólo se realiza en el ganado porcino, debido a que la carne de cerdo se puede comercializar con piel. El propósito de este paso es la remoción del pelo y la suciedad de la superficie, para ello las canales son escaldadas con agua a 60°C lo que facilita el proceso, en algunos casos se agregan compuestos químicos alcalinos que ayudan en la remoción de aceites.

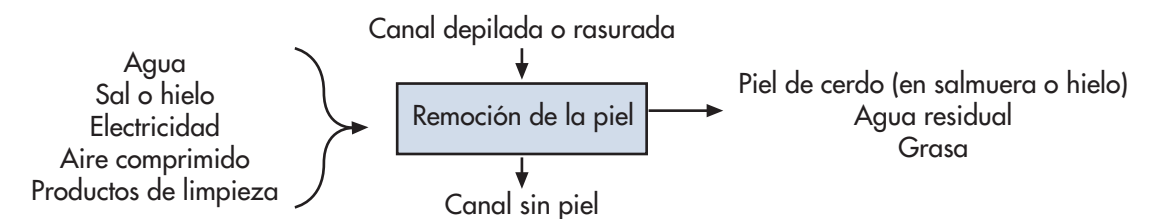
Después del escaldado, parte del pelo es removida manual o mecánicamente. En algunos lugares a este paso puede seguir un chamuscado del pelo, de manera artesanal o automatizada, para posteriormente realizar un lavado con agua fría para retirar los residuos (figura 5).

**Figura 5: Diagrama de flujo de insumos y residuos generados en la depilación de la canal de cerdo**



Cuando la piel y la grasa se comercializan por separado, en este paso se llevan a diferentes áreas de la planta para su procesamiento. La piel se deposita en hielo o en salmuera con el objetivo de prepararla para el encurtido (figura 6).

**Figura 6: Diagrama de flujo de insumos y residuos generados en la remoción de la piel del cerdo**



Las aguas residuales de estos pasos contienen niveles altos de materia orgánica, grasa y suciedad en general (tabla 17). El agua de los tanques de escaldado puede llegar a temperaturas mayores de 75°C, por lo que la grasa se encuentra en estado líquido, sin embargo, al enfriarse se vuelve sólida y obstruye el drenaje haciendo necesario utilizar agua caliente para su limpieza, de ahí que el consumo de agua es muy alto en esta etapa.

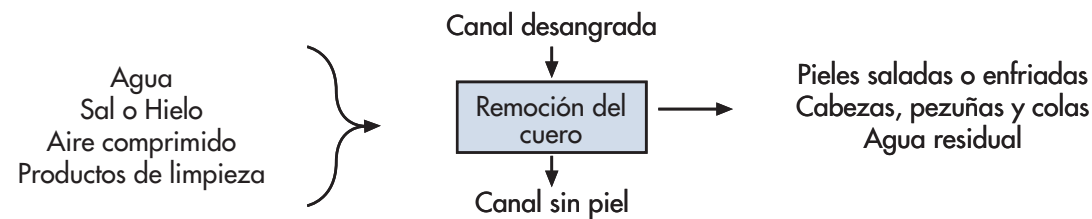
**Tabla 17: Datos de insumos y salidas en la depilación de los porcinos**

Insumos		Salidas	
Peso de la canal de cerdo desangrada	95 kg	Peso de la canal de cerdo sin pel	93 kg
Agua	60 litros	Agua residual	60 Litros
		DBO <sub>5</sub>	5,000 mg/L
Gas (si se utiliza en vez de combustible)	0.5m <sup>3</sup>	Pelo de cerdo	1kg
		Pedacería (piel, grasa, músculo)	1kg

**2.2.4) Remoción del cuero en ganado bovino**

Previo a la remoción de la piel se cortan la cabeza, las pezuñas y la cola. La remoción del cuero se hace de manera manual, o mediante un mecanismo neumático o hidráulico, posteriormente ésta se sumerge en salmuera (figura 7).

**Figura 7: Diagrama de flujo de insumos y residuos generados en el proceso de remoción de la piel en el ganado bovino**



La grasa y músculos subcutáneos son recuperados y representan el 15% del peso de la piel, la cual, a su vez, es equivalente en promedio al 7% del peso vivo del animal y es uno de los subproductos más apreciados económicamente (tabla 18).

**Tabla 18: Datos de insumos y salidas en la remoción de cuero en el ganado bovino**

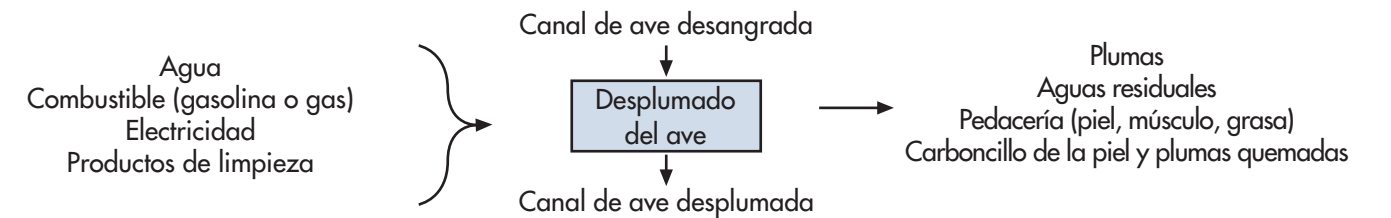
Insumos		Salidas	
Canal desangrada de bovino	238 kg	Canal de bovino sin piel	207 kg
		Cuero	15 kg
		Cabeza, pezuñas, cola, etc.	16 kg
Agua	5 Litros	Músculos subcutáneos	3 kg
		Agua residual	5 Litros
		DBO <sub>5</sub>	10,000 mg/L

Para garantizar la conservación del cuero hasta su procesamiento, se emplean altas concentraciones de sal y de sulfitos, que pueden afectar el sabor y olor del agua. Si durante este proceso se utiliza cromo, éste puede causar la deposición del carbonato de calcio y dañar el desagüe.

**2.2.5) Desplumado de las aves**

Después del aturdimiento y el sacrificio se procede al escaldado, donde el animal es sumergido en agua caliente para facilitar el retirado de las plumas. El desplume se hace de manera manual o mecánica, posteriormente se queman las plumas o cualquier resto de éstas que quede en la canal, para después realizar un lavado con agua fría o con hielo con el fin de eliminar el material quemado de la piel y ayudar a su enfriamiento (figura 8).

**Figura 8: Diagrama de flujo de insumos y residuos generados en el desplume de la canal de ave**



Al igual que con los cerdos, el agua residual de este paso contiene niveles altos de materia orgánica, por lo que se consumen cantidades grandes de energía y agua (tabla 19).

**Tabla 19: Datos de insumos y salidas en la remoción de plumas de las aves**

Insumos		Salidas	
Canal de ave desangrada 2.146 kg	Agua ND	Canal de ave sin plumas	1.995 kg
		Plumas	0.151 kg
Agua ND	ND	Agua residual	ND
		DBO <sub>5</sub>	0.046 mg/L
		Pedacería	ND

ND: Información no disponible

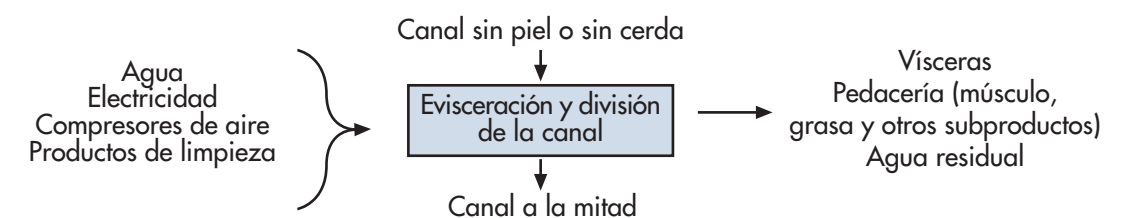
**2.2.6) Evisceración y división de la canal**

El objetivo de este paso es remover todos los órganos de las cavidades torácica y abdominal, en el caso de los porcinos también se retira la cabeza.

Posteriormente se elimina la grasa abdominal, en algunas especies, y se procede a la división longitudinal de la canal de manera manual o mecánica (figura 9). Es indispensable que, una vez retiradas las vísceras de la canal, éstas se identifiquen de tal manera que se conozca la canal de procedencia al momento de la inspección *post-mortem*.

En el caso de las aves, la evisceración puede o no formar parte del proceso y, en general, la canal se mantiene completa y con piel.

**Figura 9: Diagrama de flujo de insumos y residuos en la evisceración y corte de la canal de bovinos y porcinos**



Es conveniente que una vez eviscerada la canal se realice un buen detallado de la misma, el cual consiste en separar manualmente restos de grasa, piel o pelo, vísceras y músculo que presente cambios (por ejemplo, hematomas), lo que permite recuperarlos y eliminarlos como desechos sólidos de manera que durante el lavado se disminuya la cantidad de agua utilizada y se elimine este tipo de desechos en las aguas residuales (tabla 20).

Los equipos de esterilización de utensilios, empleados en esta etapa, requieren un flujo continuo de agua a 82° C, lo que implica un aumento necesario en su consumo y un gasto energético para mantener constante su temperatura. En algunos casos se utiliza agua para enfriar y transportar los subproductos, por lo que se incrementa el consumo total de agua y sus residuos.

**Tabla 20: Datos de insumos y salidas en la evisceración y corte de la canal**

Especie	Insumos	Salidas	
Canal de cerdo sin pelo 93 kg	Agua 40 litros	Canal de cerdo eviscerada y partida	74 kg
		Tracto intestinal	10 kg
		Pedacería y órganos comestibles	3 kg
		Subproductos	5.5 kg
		Agua residual	40 Litros
		DBO <sub>5</sub>	1,250 mg/ L
Canal de res sin cuero 207 kg	Agua 100 litros	Canal de bovino eviscerada y partida	125 kg
		Tracto gastrointestinal	60 kg
		Pedacería y órganos comestibles	9 kg
		Subproductos	12 kg
		Agua residual	100 Litros
		DBO <sub>5</sub>	1,200 mg/ L
Canal de ave sin plumas 1.995 kg	Agua ND	Canal de ave parcialmente eviscerada	1.625 kg
		Visceras no comestibles	0.369 kg
		Agua residual	ND
		DBO <sub>5</sub>	0.035 mg/ L

ND: Información no disponible

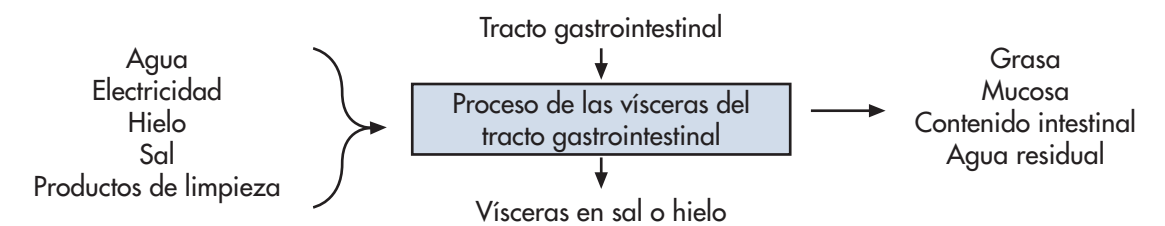
### 2.2.7) Inspección *post-mortem* y procesamiento de vísceras

La inspección *post-mortem* debe realizarla un médico veterinario para determinar si la canal y las vísceras correspondientes son aptas para el consumo humano. El establecimiento debe contar, para ello, con zonas separadas para inspección de canales, vísceras rojas (tracto respiratorio, corazón, bazo e hígado) y verdes (tracto gastrointestinal).

Las vísceras, una vez identificadas, son recolectadas, separadas en vísceras verdes y rojas, así como transportadas a la zona de inspección. Es de suma importancia, previo al lavado, separar el contenido gástrico e intestinal para evitar que se elimine a través del agua residual.

El rumen es un caso particular por su gran tamaño y contenido de alimento no digerido. Tiene una capacidad aproximada de 36 a 45 kg que incluye alimento, líquidos y microorganismos. El contenido ruminal se utiliza, ocasionalmente, para elaborar alimento para mascotas o abono para plantas, debido a su alto contenido de nutrientes (figura 10).

**Figura 10: Diagrama de flujo de insumos y residuos del procesamiento del tracto gastrointestinal**



El consumo de agua es muy alto en el lavado de vísceras y, al desecharse, contiene una gran cantidad de materia orgánica y grasa. Se estima que el 20% del total de agua consumida en los rastros o mataderos corresponde a esta etapa (tabla 21).

Se estima que el agua residual contaminada con contenido ruminal tiene una DBO<sub>5</sub> de 50,000 mg /L, debido a la fracción no digerida, que no es fácilmente degradable en los sistemas de tratamiento biológico, y reducen la capacidad total del mismo.

**Tabla 21: Datos de insumos y salidas del procesamiento del tracto gastrointestinal**

Especie	Insumo	Salida	
Porcinos	Tracto gastrointestinal 10 kg Agua 50-100 litros	Tracto gastrointestinal lavado	Alrededor de 10 kg
		Agua residual	50 - 100 Litros
		DBO <sub>5</sub>	2,000 - 3,000 mg/L
Bovinos	Tracto gastrointestinal 30 kg Agua 300 - 500 litros	Tracto gastrointestinal lavado	Alrededor de 30 kg
		Agua residual	300 - 500 Litros
		DBO <sub>5</sub>	3,000 - 3,333.3 mg / L <sup>a</sup>
	Contenido ruminal 50 kg Agua 200 litros	Líquido ruminal	10 kg
		Contenido ruminal sólido	40 kg
		Agua residual	200 Litros
	DBO <sub>5</sub>	2,500 mg/L	

a) 3,333.3 mg/DBO<sub>5</sub> presentes en 300 litros y 3,000 mg/DBO<sub>5</sub> presentes en 500 litros

### 2.2.8) Lavado de la canal

La canal es lavada con agua a presión o manguera simple. Las canales deben ser refrigeradas inmediatamente después, sin embargo, muchos rastros o mataderos no poseen áreas ni infraestructura para hacerlo.

Cabe señalar que la cantidad de agua que se utiliza en este proceso no se encuentra cuantificada.

### 2.2.9) Limpieza de las instalaciones

Las instalaciones se lavan diariamente, incluso dos o más veces, dependiendo de la cantidad y especies de animales sacrificados. Este proceso puede realizarse únicamente con agua a presión o bien incluyendo el uso de detergentes, productos alcalinos (para la remoción de grasa y proteína), desinfectantes, o una mezcla de los anteriores.

La cantidad de agua que se utiliza en este proceso no se encuentra cuantificada. Tampoco se ha tipificado de manera exacta el tipo de residuos que contiene, aunque con seguridad está compuesta por sangre, orina, heces, pelo, cerdas o pluma, grasa, detergentes y desinfectantes, entre otros.

### 2.3) Descarga de aguas residuales

El volumen de aguas residuales generadas está directamente relacionado con la cantidad de agua utilizada. En algunos estudios se estima que de un 80% a un 95% del agua que se usa se desecha, sin embargo, otros estudios sugieren un rango de 97% al 100%, pues consideran como producto de desecho el agua contaminada que se evapora y la que se utiliza en la manufactura de subproductos.

Para esta evaluación, los volúmenes de agua consumidos por animal faenado a lo largo de todo el proceso se especifican en la tabla 22, cabe aclarar que, al no tener las estimaciones del consumo de agua y desecho para todas las etapas (ej.: lavado de la canal y limpieza de instalaciones y corrales), se decidió considerar los valores integrales proporcionados por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

**Tabla 22: Necesidades de agua por animal sacrificado y faenado**

Especie	Agua utilizada de acuerdo al esquema planteado	Agua requerida en promedio por animal
Animales mayores	887 litros	1000 litros <sup>a</sup>
Porcinos	221 litros	450 litros <sup>a</sup>
Ovinos y Caprinos	ND	100 litros <sup>a</sup>
Aves	ND	20 litros <sup>b</sup>

Fuente: a) Manual para la instalación del pequeño matadero (FAO, 1994)

b) Kieper, B. H, 1985

ND: No se tiene información disponible del consumo de agua por paso en el proceso.

El mejor indicador de la calidad del agua residual es la concentración de materia orgánica que se expresa, comúnmente, como demanda química de oxígeno (DQO o COD por sus siglas en inglés Chemical Oxygen Demand), o como Demanda Bioquímica de Oxígeno al día 5 (DBO<sub>5</sub> o BOD<sub>5</sub> por su nombre en inglés).

La grasa animal agrega cadenas largas de ácidos grasos y glicerol a los residuos, las cuales son biodegradables, pero con una gran cantidad de DBO<sub>5</sub>. El valor es superior a los 2 gramos de DBO<sub>5</sub> por gramo de lípido.

El nitrógeno presente en el agua residual proviene, de manera general, del amonio de la orina y del excremento, que está íntimamente ligado a la especie que lo produce, donde la naturaleza del amonio (NH<sub>3</sub>) dependerá del pH que presente el agua residual. Si el pH es alcalino, los compuestos del agua y de amonio se unen y forman hidróxido de amonio (NH<sub>4</sub>OH), que puede contribuir a potenciar el efecto de otros contaminantes. La sangre es una de las fuentes más importantes de nitrógeno, se genera durante el sacrificio, la evisceración y en las plantas de rendimiento. Normalmente se expresa como nitrógeno total.

La cantidad de contaminantes que la planta de sacrificio produce depende del tipo y cantidad de especies que faene, así como de los residuos que se desechen y el tipo de tecnología empleada, entre otros factores. Sin embargo, las aguas residuales se pueden caracterizar de manera general por especie de acuerdo con la tabla que sigue a continuación (tabla 23).

**Tabla 23: Concentraciones promedio de contaminantes en el agua residual de plantas de sacrificio**

Parámetro (unidad)	Especies faenadas		
	Porcinos <sup>a</sup>	Bovinos <sup>a</sup>	Aves <sup>b</sup>
DBO <sub>5</sub> mg / L	1250	2000	1550
DQO o COD mg / L	2500	4000	2500
Sólidos suspendidos mg / L	700	1600	ND
Nitrógeno total mg / L	150	180	150 – 400
Fósforo total mg / L	25	27	16 - 50
Grasa mg / L	150	270	ND
pH	7.2	7.2	ND

Fuente: a) Cleaner Production Assessment in Meat Processing (COWI)

b) Characterization on Poultry Processing Operations, Wastewater Generation, and Wastewater Treatment Using Mail Survey and Nutrient Discharge Monitoring Methods. (Kieper, B. H, 1985)

ND: Información no disponible

La materia orgánica que contiene el agua residual se origina en todos los procesos de la planta, ya que el agua está en contacto con las canales, excremento y sangre, entre otros elementos.

El fósforo se origina a partir del contenido estomacal no digerido, pero también puede generarse si la sangre se procesa para elaboración de subproductos.

El sodio (sal) proviene del excremento, del alimento presente en los estómagos de los animales, así como de los procesos de rendimiento y de encurtido.

La calidad del agua residual depende de la cantidad de contaminantes que contenga, esta cifra determinará el costo, el método y el lugar de tratamiento. Si dicho lugar está en la planta de sacrificio, el tratamiento resulta más efectivo, mientras que, si se localiza fuera de ésta, es menos eficiente y más costoso.

Cada una de las etapas del proceso de sacrificio y faena de animales de abasto genera, independientemente del volumen, aguas residuales con características particulares, las cuales se deben considerar a la hora de determinar el método de tratamiento más adecuado (tabla 24).

**Tabla 24: Fuentes de contaminantes en el agua residual**

Fuente	Contaminantes			
	DQO o COD	Nitrógeno total	Fósforo total	Sodio
Agua potable	0%	1%	0%	10%
Agua reciclada	0%	5%	10%	7%
Corral de descanso	2%	6%	8%	6%
Sacrificio y evisceración	7%	19%	4%	8%
Proceso de chamuscado	7%	7%	7%	3%
Desollado	1%	7%	6%	9%
Tablajería	1%	3%	0%	2%
Manejo de excrementos y desechos sólidos ruminales	13%	12%	37%	22%
Rendimiento	63%	33%	26%	15%
Encurtido	5%	8%	2%	16%

Fuente: Cleaner Production Assessment in Meat Processing (COWI)

### 2.4) Limitaciones

La caracterización de riesgos es muy importante para considerar, de manera objetiva, la magnitud del problema de las aguas residuales en rastros y mataderos de México, sin embargo, no se cuenta con suficiente información al respecto y la mayoría ha sido tomada de publicaciones de otros países. Esto limita las conclusiones de este estudio puesto que los usos, costumbres, técnicas, procesos, e incluso la cultura, son diferentes, no obstante, estos datos nos permiten tener una idea bastante clara de lo que ocurre en nuestro país.

Por lo que se refiere a los pesos promedio de bovinos y cerdos llevados a faena considerados en esta evaluación, se puede decir que son ligeramente menores que los que se tienen en México, por lo que las necesidades de agua pueden haberse subestimado.

Por su parte, en el caso de las aves, además de que se carece de información sobre la cantidad de agua por proceso, las cifras obtenidas de DBO<sub>5</sub> se transformaron de mg/L para 200,000 animales diarios a mg/L por ave con el propósito de que fuera comparable con las demás especies.

Tampoco se contó con la cifra DBO<sub>5</sub> para la remoción del cuero en bovinos, sin embargo, como se considera que durante este proceso se genera una cantidad importante de contaminantes en el agua residual, para estimar una cifra se utilizaron los datos de DBO<sub>5</sub> correspondientes a este proceso en porcinos.

### 3) Evaluación del riesgo

Durante esta etapa se evalúa el nivel de peligro específico en relación con la exposición de la población, tomando en cuenta la naturaleza, rutas, magnitud, frecuencia y duración de dicha exposición, así como el tamaño de la población. La evaluación de riesgos puede proveer información predictiva que ayude a manejar el impacto del peligro sobre las poblaciones expuestas.

### 3.1) Análisis de los datos

#### 3.1.1) Consumo de agua

Para iniciar el análisis de la información de la base de datos es indispensable conocer el número de animales faenados por día, ya que en función de esto se inferirá el consumo de agua por establecimiento.

Debido a que no existen datos nacionales sobre consumo promedio de agua en este tipo de establecimientos, se consideraron los promedios obtenidos en el estudio de la FAO, "Manual para la instalación del pequeño matadero modular", pues los procedimientos aplicados en dicho estudio son muy similares a los que se desarrollan en México.

En el caso de las aves se consultaron otras fuentes de información, porque en dicha publicación no se encuentran datos para esta especie (tabla 22).

Una vez obtenida la cantidad de la faena promedio semanal, se dividió entre cinco, pues se considera que éste es el número de días laborales en un rastro o matadero promedio. Posteriormente, se multiplicó la faena diaria estimada por especie, por el consumo de agua por cabeza, finalmente, sumando las cantidades resultantes de estas operaciones, se obtuvo la cantidad de agua que requiere cada estado para el desenvolvimiento normal de las actividades de sacrificio y faena de animales de abasto (tabla 25).

La cantidad de agua requerida en los rastros municipales evaluados es de aproximadamente 22'734,560 litros por día.

De los 31 estados evaluados, los que más consumo de agua registran son Jalisco (13.2%), Estado de México (12.3%), Aguascalientes (11.6%), Guanajuato (8.9%), Veracruz (7.4%) y Yucatán (5.7%). Estas seis entidades federativas acumulan el 59.1% del consumo nacional de agua de los rastros municipales diariamente, lo que equivale a 13'440,910 litros. El resto de los estados contribuyen a las necesidades de agua con porcentajes menores o iguales a 4.2%, siendo los rastros del estado de Baja California los que menor consumo de agua demandan con el 0.2% del total nacional (tabla 25).

La faena que más agua consume, en razón al número de animales que se sacrifican en los 306 rastros analizados, son los bovinos (cercano al 50% del total nacional), seguidos por los porcinos y las aves y, en menores proporciones, caprinos y equinos. Esto se puede explicar por el número de animales diarios que se procesan y por la cantidad de agua requerida por cabeza, es decir, aunque existe mayor número de aves faenadas, el consumo de agua es de 20 litros por animal, únicamente un 2% de lo que se requiere para un bovino. En este sentido, los equinos presentan un porcentaje bajo dentro del total nacional, debido a los pocos animales que se procesan diariamente.

**Tabla 25: Cantidad de animales faenados por día y consumo de agua total, por estado y por especie**

ESTADO	FAENA POR DÍA					TOTAL ESTADO Agua L / día	PROMEDIO NACIONAL
	Aves	Bovinos	Porcinos	Caprinos	Equinos		
Aguascalientes	118,000.00	206.00	150.00	2.00	1.20	2'634,900.00	11.6
Baja California	0.00	37.40	32.60	0.40	0.00	52,110.00	0.2
Baja California Sur	0.00	77.60	42.80	0.00	0.00	96,860.00	0.4
Campeche	0.00	63.80	96.40	0.00	0.00	107,180.00	0.5
Chiapas	8,000.00	284.20	396.00	0.00	0.00	622,400.00	2.7
Chihuahua	0.00	389.80	121.40	6.20	35.00	480,050.00	2.1
Coahuila	0.00	568.60	251.00	6.20	0.00	682,170.00	3.0
Colima	0.00	143.60	435.60	9.40	0.00	340,560.00	1.5
Durango	0.00	105.00	28.00	1.60	0.00	117,760.00	0.5
Guanajuato	11,040.00	1,021.40	1,674.60	300.80	0.00	2'025,850.00	8.9
Guerrero	0.00	157.00	174.40	6.20	0.00	236,100.00	1.0
Hidalgo	0.00	176.00	260.00	0.60	0.00	293,060.00	1.3
Jalisco	4,440.00	1,713.20	2,635.20	175.80	0.00	3'005,420.00	13.2
México	2,480.00	1,294.40	3,098.60	529.00	0.00	2'791,270.00	12.3
Michoacán	0.00	595.40	800.00	38.60	0.00	959,260.00	4.2
Morelos	0.00	143.20	361.60	2.00	0.00	306,120.00	1.3
Nayarit	0.00	122.00	203.00	0.00	0.00	213,350.00	0.9
Nuevo León	0.00	328.40	267.60	120.00	0.00	460,820.00	2.0
Oaxaca	0.00	117.00	420.40	0.00	0.00	306,180.00	1.3
Puebla	0.00	363.00	1,188.00	18.80	0.00	899,480.00	4.0
Querétaro	4,805.00	261.40	716.80	62.60	0.00	686,320.00	3.0
Quintana Roo	80.00	110.20	397.00	12.00	0.00	291,650.00	1.3
San Luis Potosí	0.00	310.00	318.00	112.20	0.00	464,320.00	2.0
Sinaloa	0.00	326.60	125.80	38.40	0.00	387,050.00	1.7
Sonora	0.00	382.60	138.20	1.80	0.00	444,970.00	2.0
Tabasco	0.00	193.60	5.80	5.00	0.00	196,710.00	0.9
Tamaulipas	110.00	301.00	88.20	28.00	0.00	345,690.00	1.5
Tlaxcala	0.00	43.40	185.60	6.40	0.00	127,560.00	0.6
Veracruz	3,000.00	1,107.60	1,161.80	0.60	0.00	1'690,470.00	7.4
Yucatán	0.00	186.00	2,460.00	0.00	0.00	1'293,000.00	5.7
Zacatecas	0.00	118.80	122.00	22.20	0.00	175,920.00	0.8
TOTAL animales	151,955.00	11,248.20	18,356.40	1,506.80	36.20		
TOTAL agua por especie L / día	3'039,100.00	11'248,200.00	8'260,380.00	150,680.00	36,200.00	22'734,560.00	
% Nacional	13.37	49.48	36.33	0.66	0.16	100.00	

### 3.1.2) Procedencia del agua

Después de determinar la cantidad de agua que requerían los rastros municipales para el desempeño normal de sus actividades, se analizó la procedencia de la misma. De acuerdo con la base de datos se lograron diferenciar cuatro fuentes distintas de aprovisionamiento: red pública, pozo, una combinación de red pública/pozo y, finalmente, una no especificada de manera puntual a la que se le denominó "otras fuentes".

Con el propósito de simplificar el análisis, se optó por considerar que los rastros que empleaban agua proveniente tanto de la red pública como de pozo, utilizaban partes iguales de cada una de estas fuentes. En la tabla 26 se presenta la información sobre procedencia del agua empleada en los rastros por estado y a nivel nacional.

El agua proveniente de la red pública equivale a un 55.3% del total de la empleada en estos rastros, un 43.9% proviene de pozo y el resto del suministro está representado por fuentes no identificadas.

Los estados que emplean mayoritariamente agua proveniente de la red pública son: Baja California, Morelos, Nayarit, San Luis Potosí, Zacatecas (que utilizan el 100% de agua de esta fuente), Baja California Sur (99.6%) y Chihuahua (96.2%). Por otra parte, los estados que utilizan agua de pozo en mayor proporción son: Yucatán, Coahuila, Sonora y Oaxaca con rangos de uso de 80.9% a 94.1%.

El consumo de agua diario de estos 306 rastros es de 22'734,560 litros de agua y, considerando el consumo de 163 litros por día por persona (Fuente: Plan Maestro de Agua Potable del Distrito Federal 1997-2010), que es la cantidad requerida y que proporciona bienestar, se requerirían 139,476 individuos al día para generar ese consumo de agua y aunque evidentemente el propósito no es privar de este servicio a los rastros, sí es imprescindible considerar alternativas de optimización de uso con el fin de que este servicio llegue a los habitantes que no lo tienen y buscar la manera de disminuir este alto porcentaje de mexicanos que carecen de agua potable.

Con la intención de poner en perspectiva la importancia del consumo de agua de los rastros, es primordial considerar la distribución media natural del agua, así como el grado de presión que se ejerce sobre el recurso en nuestro país.

Para facilitar estos estudios, el país está dividido en trece regiones administrativas, definidas por sus características en común:

- I) Península de Baja California
- II) Noroeste
- III) Pacífico norte
- IV) Balsas
- V) Pacífico sur
- VI) Río Bravo
- VII) Cuencas centrales del norte
- VIII) Lerma-Santiago-Pacífico
- IX) Golfo norte
- X) Golfo centro
- XI) Frontera sur
- XII) Península de Yucatán
- XIII) Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala.

**Tabla 26: Consumo de agua en litros por día, porcentaje por estado y nacional de acuerdo a su procedencia**

ESTADO	RED		POZO		OTRAS		TOTAL
	L / día	%Consumo	L / día	%Consumo	L / día	%Consumo	L / día
Aguascalientes	1'032,550.00	39.2	1'602,350.00	60.8	0.00	0.0	2'634,900.00
Baja California	52,110.00	100.0	0.00	0.0	0.00	0.0	52,110.00
Baja California Sur	96,460.00	99.6	400.00	0.4	0.00	0.0	96,860.00
Campeche	45,380.00	42.3	61,800.00	57.7	0.00	0.0	107,180.00
Chiapas	271,200.00	43.6	351,200.00	56.4	0.00	0.0	622,400.00
Chihuahua	461,600.00	96.2	18,450.00	3.8	0.00	0.0	480,050.00
Coahuila	59,810.00	8.8	622,360.00	91.2	0.00	0.0	682,170.00
Colima	302,160.00	88.7	38,400.00	11.3	0.00	0.0	340,560.00
Durango	73,260.00	62.2	44,500.00	37.8	0.00	0.0	117,760.00
Guanajuato	1'119,130.00	55.2	906,720.00	44.8	0.00	0.0	2'025,850.00
Guerrero	118,665.00	50.3	102,285.00	43.3	15,150.00	6.4	236,100.00
Hidalgo	249,060.00	85.0	44,000.00	15.0	0.00	0.0	293,060.00
Jalisco	2'753,240.00	91.6	252,180.00	8.4	0.00	0.0	3'005,420.00
México	2'079,500.00	74.5	711,770.00	25.5	0.00	0.0	2'791,270.00
Michoacán	208,850.00	21.8	588,130.00	61.3	162,280.00	16.9	959,260.00
Morelos	306,120.00	100.0	0.00	0.0	0.00	0.0	306,120.00
Nayarit	213,350.00	100.0	0.00	0.0	0.00	0.0	213,350.00
Nuevo León	231,200.00	50.2	229,620.00	49.8	0.00	0.0	460,820.00
Oaxaca	58,500.00	19.1	247,680.00	80.9	0.00	0.0	306,180.00
Puebla	296,480.00	33.0	603,000.00	67.0	0.00	0.0	899,480.00
Querétaro	539,980.00	78.7	146,340.00	21.3	0.00	0.0	686,320.00
Quintana Roo	79,700.00	27.3	211,950.00	72.7	0.00	0.0	291,650.00
San Luis Potosí	464,320.00	100.0	0.00	0.0	0.00	0.0	464,320.00
Sinaloa	350,450.00	90.5	36,600.00	9.5	0.00	0.0	387,050.00
Sonora	73,420.00	16.5	371,550.00	83.5	0.00	0.0	444,970.00
Tabasco	111,990.00	56.9	76,720.00	39.0	8,000.00	4.1	196,710.00
Tamaulipas	252,690.00	73.1	93,000.00	26.9	0.00	0.0	345,690.00
Tlaxcala	65,520.00	51.4	62,040.00	48.6	0.00	0.0	127,560.00
Veracruz	349,100.00	20.7	1'341,370.00	79.3	0.00	0.0	1'690,470.00
Yucatán	76,500.00	5.9	1'216,500.00	94.1	0.00	0.0	1'293,000.00
Zacatecas	175,920.00	100.0	0.00	0.0	0.00	0.0	175,920.00
TOTAL	12'568,215.00		9'980,915.00		185,430.00		22'734,560.00
% Consumo Nacional	55.3		43.9		0.8		100

Como se muestra en la figura 11, Disponibilidad natural media del agua, la cantidad de agua disponible varía considerablemente de una zona a otra, sin que la cantidad que se puede explotar corresponda, necesariamente, a la población que se asienta en cada uno de ellas. Es decir, los factores que definen los asentamientos humanos son muy diversos, la radicación de empresas, el desarrollo, las oportunidades laborales e incluso el costo de la vida diaria, y, generalmente, no tienen que ver con la cantidad de agua con la que se cuenta, lo que significa que una gran población puede estar ubicada en una zona con poca agua.

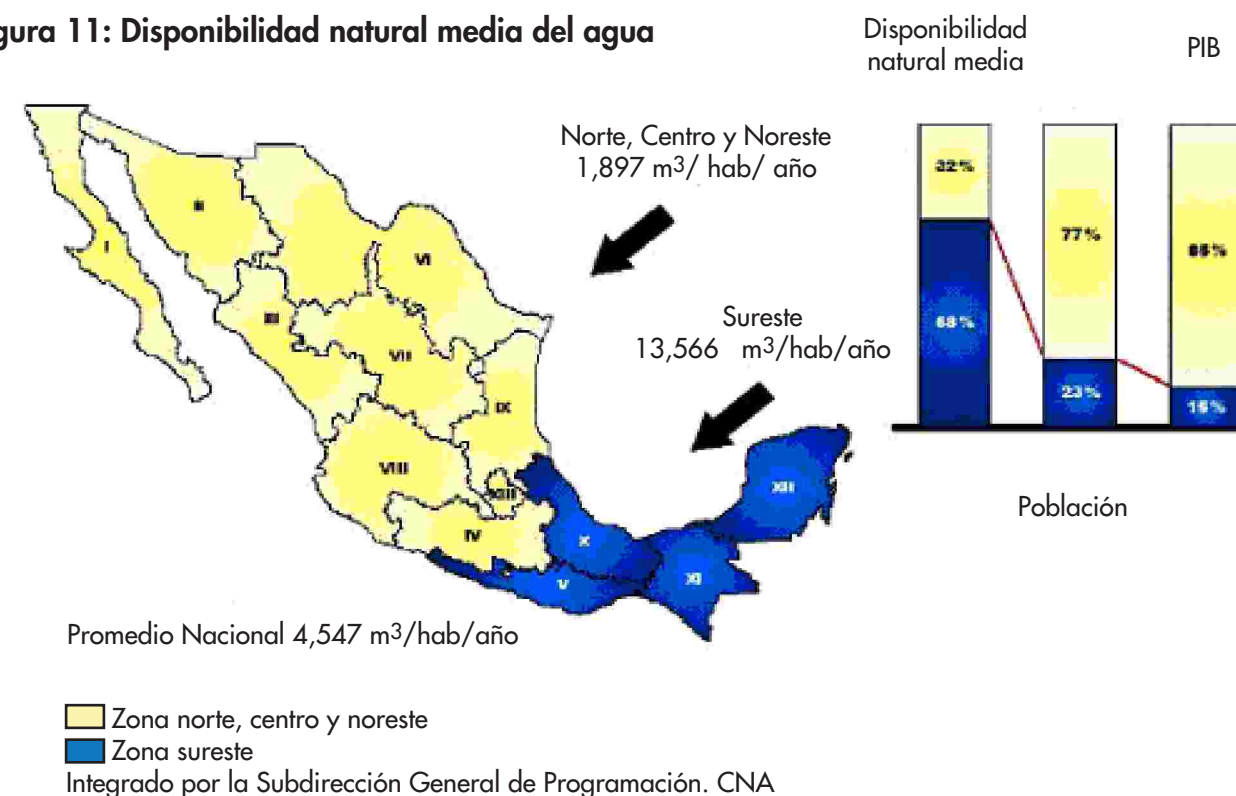
Para clasificar la cantidad de agua útil se utiliza el indicador de la disponibilidad natural media *per cápita*, esto es, la cantidad de agua por región a la que tiene disponibilidad en m<sup>3</sup> al año cada habitante, como se aprecia en el cuadro siguiente:

Disponibilidad natural media <i>per cápita</i> (m <sup>3</sup> / hab./año)	Clasificación
Menor a 1,000	Extremadamente baja
1,001 a 2,000	Muy baja
2,001 a 5,000	Baja
5,001 a 10,000	Media
10,001 a 20,000	Alta
Más de 20,000	Muy alta

Fuente: Shiklomanov, I. A. y Rodda, J.C. 2003

Con base en esta clasificación es posible observar que en México destacan dos grandes zonas de disponibilidad, el área del sureste, cuya disponibilidad es 7 veces mayor que en el resto del país, y la conformada por el norte, centro y noreste del país, en la que se asienta el 77% de la población y en donde se genera el 85% del PIB, pero que tiene una disponibilidad de agua natural media del 32%, con lo que se concluye que donde existen las mayores concentraciones de población existe una menor disposición de agua.

**Figura 11: Disponibilidad natural media del agua**



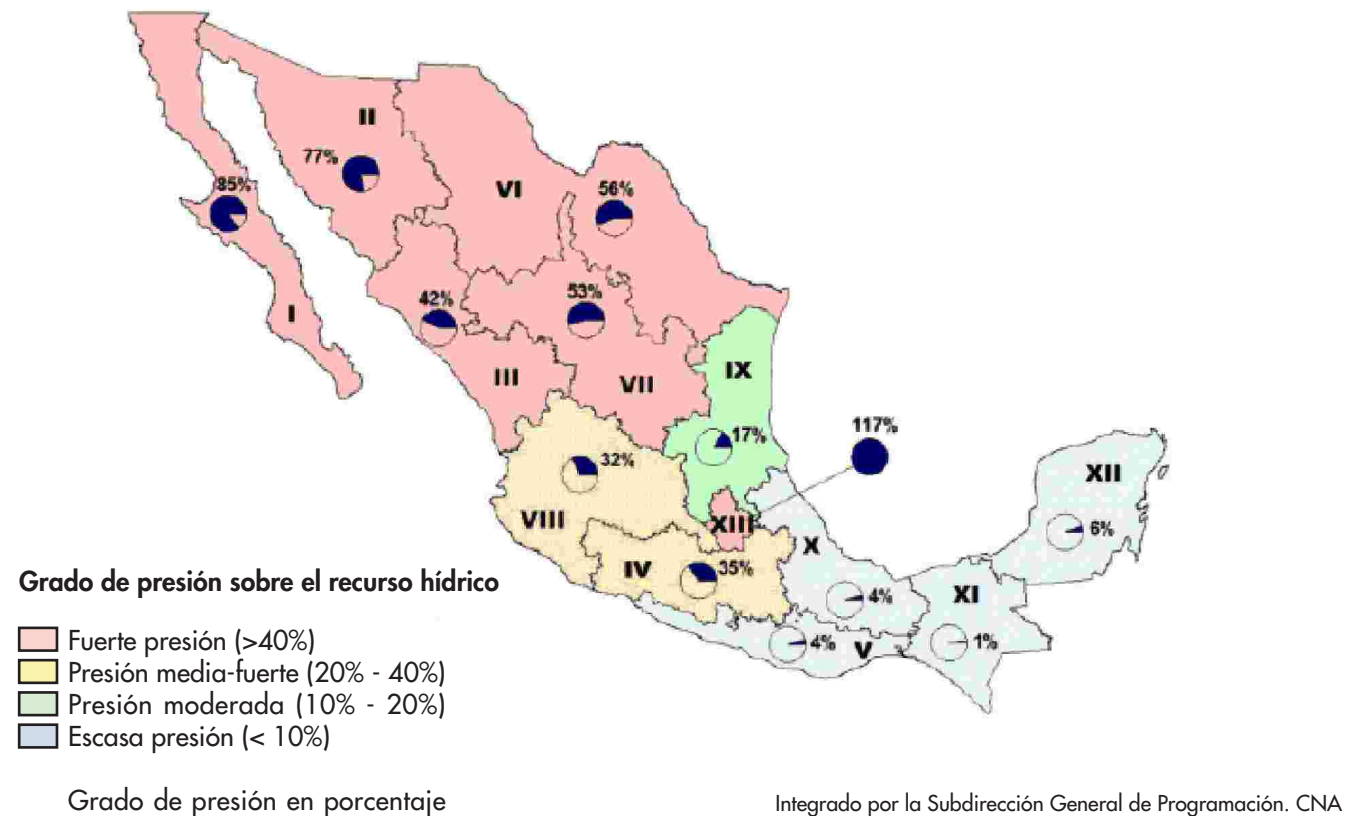
Integrado por la Subdirección General de Programación. CNA



Así, pues, si tomamos el promedio de disponibilidad natural del agua del país, que es de 4,547 m<sup>3</sup>/habitante/año, y lo comparamos con la clasificación de disponibilidad de agua, resulta que la clasificación que corresponde a nuestro país es de disponibilidad media anual *per cápita* baja, lo que significa que, conforme la población vaya en aumento, sobre todo en las regiones con menor disponibilidad del recurso, la cantidad de agua por habitante irá disminuyendo hasta llegar a una situación crítica.

Aunado a esta circunstancia se debe considerar, asimismo, el grado de presión que se ejerce sobre el propio recurso, es decir, la cantidad de agua que se extrae, que en México es de un 15% del volumen de disponibilidad natural media de agua, del cual en el norte del país se utiliza más del 40%, lo que es considerado por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) como fuerte presión en el recurso, como se muestra en la figura 12.

**Figura 12: Grado de presión sobre el recurso hídrico**



En cada región administrativa del país existen características específicas con relación al recurso agua, entre las que están la disponibilidad, la cantidad de escurrimiento y la recarga de los mantos. En la tabla 27 se muestran estos datos con el propósito de identificar los estados con mayor consumo de agua y ubicarlos en la zona administrativa correspondiente para analizar la problemática desde un punto de vista real.

El valor del escurrimiento medio superficial total se refiere a la cantidad de agua que llegará a la superficie terrestre, o a la del acuífero, en el primer caso la infiltración comenzará para la recarga de los cuerpos de agua y, en el segundo, permanecerá si se trata de un río, lago u otro cuerpo de agua superficial. Durante este proceso parte del agua se evapora, es absorbida por la vegetación o utilizada, por lo que se reduce la cantidad real de agua que se va a filtrar. Las variaciones dependerán de la eficiencia del filtrado, de las condiciones climáticas, del tipo de suelo y de otros factores para que el agua se mantenga en los acuíferos.

**Tabla 27: Disponibilidad media del agua por región administrativa**

Región administrativa	Disponibilidad natural media total (hm <sup>3</sup> )	Disponibilidad natural media per cápita (m <sup>3</sup> /habitante)	Escurrimiento natural medio superficial total (hm <sup>3</sup> )	Recarga media total de acuíferos (hm <sup>3</sup> )
I) Península de Baja California	4,423	1,336	3,012	1,411
II) Noreste	8,214	3,236	5,459	2,755
III) Pacífico norte	24,741	6,035	22,160	2,581
IV) Balsas	28,909	2,713	24,944	3,965
V) Pacífico sur	33,177	7,963	31,468	1,709
VI) Río Bravo	13,718	1,324	8,499	5,219
VII) Cuencas centrales del norte	6,836	1,729	4,729	2,107
VIII) Lerma-Santiago-Pacífico	39,680	1,962	32,370	7,310
IX) Golfo norte	23,347	4,685	22,070	1,277
X) Golfo centro	102,546	10,604	98,930	3,616
XI) Frontera sur	157,999	24,674	139,578	18,421
XII) Península de Yucatán	29,063	8,178	3,747	25,316
XIII) Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala	3,803	182	1,996	1,807
Total nacional	476,456	4,547	389,962	77,494

Integrado por la Subdirección General de Programación. CNA

Los 10 estados que presentan el mayor requerimiento de agua son: Aguascalientes, Coahuila, Guanajuato, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Puebla, Querétaro, Veracruz y Yucatán, que constituyen el 73.3% del consumo de agua nacional de los rastros estudiados.

Aguascalientes, Guanajuato, Jalisco, Michoacán y Querétaro se encuentran en la región administrativa número VIII, Puebla en la IV, Veracruz comparte las zonas IX y X, todos ellos aplican una presión media-fuerte sobre el recurso.

Coahuila se ubica en la región VI y el Estado de México en las zonas IV y XIII, con una fuerte presión sobre el agua. Finalmente, como excepción, se encuentra Yucatán, en el sector XII, con una escasa presión sobre el recurso hídrico (tabla 27).

Con base en estos datos podemos concluir que es indispensable lograr un manejo racional del agua en los rastros y mataderos municipales, pues la mayor parte de los establecimientos se encuentran en zonas con alto consumo del líquido y una presión sobre el recurso de media-fuerte a fuerte, salvo el caso de Yucatán, donde, sin embargo, también se requiere implantar políticas de aprovechamiento debido a por la situación general del país en el que un 11% de la población no tiene a su disposición este recurso, es decir, 11'072,317 de personas carecen de abastecimiento formal de agua.

El costo de cloración del agua es de \$0.11 pesos por metro cúbico (m<sup>3</sup>), del total nacional del agua disponible a partir de la red pública el 89% (Fuente: COFEPRIS, acumulado a diciembre 2004) contiene la cantidad de cloro requerida por la norma, esto significa que el costo erogado por clorar el agua de la red pública empleada por los rastros y mataderos municipales que proveen carne a las localidades con más de 50,000 habitantes es de \$2,500.8 pesos por día, considerando que ha sido clorada en su totalidad, si se consideran 5 días laborales de la semana y 50 semanas al año, el monto que representa anualmente es de \$625,000.4, costo que es subsidiado por el municipio.

### 3.1.3) Vertido de aguas residuales

El ambiente posee una influencia indiscutida sobre la salud del individuo y de las comunidades. Según la Organización Mundial de la Salud, el 25% del total de los fallecimientos se debe a enfermedades provenientes del ambiente, porcentaje que es mayor si nos referimos a niños de 0 a 1 año de edad. De ahí la importancia del saneamiento ambiental, ya que con sus acciones contribuye a eliminar problemas ambientales y mejorar la salud de la población.

Uno de los impactos ambientales mayores provocados por la industria cárnica es el vertido de las aguas residuales con altas cantidades de DBO<sub>5</sub> sin un tratamiento previo, no sólo por el impacto ambiental que esta práctica genera (contaminación de mantos de agua), sino por el impacto a la salud pública generado por esta contaminación. Diversos estudios han demostrado que si para el riego de verduras se emplean aguas contaminadas con desechos provenientes de rastros, existe un alto riesgo de transmisión de enfermedades (ej. *E. coli* O157:H7).

En nuestro país, únicamente el 37.2% del total del agua residual vertida por los rastros y mataderos municipales que proveen carne a las localidades con más de 50,000 habitantes, pasa previamente por un tanque de tratamiento, el resto se desecha directamente al drenaje, canales, arroyos, vía pública o fosas, sin las medidas precautorias requeridas.



Vertido de aguas residuales en cuerpos de agua.

Cabe señalar, antes de exponer los resultados obtenidos, que el volumen de agua residual es ligeramente mayor al cálculo del volumen de agua empleada en las diferentes etapas del rastro, ya que se integraron 3 unidades de sacrificio más, las cuales cuentan con la información correspondiente al vertido de aguas residuales, pero carecen del dato sobre procedencia del agua. Asimismo, el agua residual vertida a las fosas no se consideró como agua residual tratada, debido a que no se cuenta con la infraestructura requerida para eliminar los contaminantes de manera satisfactoria.

El primer dato que mencionaremos es que el volumen total de agua residual que se elimina diariamente como consecuencia de la actividad de los rastros que proveen carne a las localidades con más de 50,000 habitantes es superior a los 23 millones de litros, es decir, el 0.14% del total de aguas residuales de origen urbano. De éste, el 62.8% no recibe ningún tratamiento previo a su eliminación (tabla 28).

A nivel nacional, la cantidad de agua residual que se vierte directamente al drenaje público es del 72.6% del total de las aguas residuales no tratadas, la cantidad de DBO<sub>5</sub> posee un porcentaje similar. Los estados que más contribuyen a esta forma de desecho son, en cantidad de agua vertida, Estado de México, Aguascalientes, Jalisco, Guanajuato y Nuevo León, los cuales concentran el 40.8 % del total del agua residual sin tratamiento (tabla 28).

Por lo que se refiere al nivel estatal, los que más agua desechan al drenaje sin tratamiento previo son: Aguascalientes, Baja California, Coahuila, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Nuevo León, Sinaloa, Tlaxcala y Yucatán. Esto significa que la mayor parte de sus aguas residuales sin tratar se eliminan por el drenaje en una proporción aproximada del 90% hasta el 100% (tabla 28).

Es importante considerar que, según datos de la Comisión Nacional del Agua ("Programa Hidráulico 1995-2000"), solamente el 16% de las aguas residuales que se eliminan a través del drenaje público reciben tratamiento en alguna de las 777 plantas instaladas en el país. Por ende, el que un rastro municipal elimine sus aguas residuales por el drenaje, no es indicativo de que éstas están libres de riesgos y contaminación ambiental, debido a que el 84% de las mismas terminarán, invariablemente, contaminando los cuerpos de agua (tabla 28).

**Tabla 28: Lugar de desecho de aguas residuales sin ningún tratamiento previo y su DBO<sub>5</sub> correspondiente**

ESTADO	Drenaje		Canal		Fosa		AGUA SIN TRATAMIENTO	
	Agua	DBO <sub>5</sub>	Agua	DBO <sub>5</sub>	Agua	DBO <sub>5</sub>	TOTAL	
	L/día	kg/día	L/día	kg/día	L/día	kg/día	Agua L/día	DBO <sub>5</sub> kg/día
Aguascalientes	1'653,750.00	1,362.96	0.00	0.00	21,150.00	39.94	1'674,900.00	1,402.90
Baja California	52,110.00	54.75	500.00	1.00	0.00	0.00	52,610.00	55.75
Baja California Sur	39,860.00	76.08	4,800.00	9.60	1,200.00	2.40	45,860.00	88.08
Campeche	2,486.67	3.76	83,206.67	143.06	19,000.00	31.25	104,693.33	178.07
Chiapas	293,400.00	457.20	163,000.00	321.95	0.00	0.00	456,400.00	779.15
Chihuahua	275,450.00	535.57	186,150.00	346.76	0.00	0.00	461,600.00	882.33
Coahuila	270,570.00	313.43	12,500.00	24.04	0.00	0.00	283,070.00	337.47
Colima	94,790.00	106.22	35,000.00	49.75	0.00	0.00	129,790.00	155.97
Durango	0.00	0.00	73,260.00	140.39	0.00	0.00	73,260.00	140.39
Guanajuato	688,780.00	1,128.93	673,350.00	1,122.33	0.00	0.00	1'362,130.00	2,251.26
Guerrero	201,350.00	345.97	121,850.00	194.76	0.00	0.00	323,200.00	540.73
Hidalgo	249,060.00	423.85	0.00	0.00	0.00	0.00	249,060.00	423.85
Jalisco	939,800.00	1,566.07	96,950.00	175.88	0.00	0.00	1'036,750.00	1,741.95
México	2'396,236.67	3,821.06	187,866.67	319.83	0.00	0.00	2'584,103.33	4,140.90
Michoacán	364,550.00	616.15	588,710.00	1,023.42	0.00	0.00	953,260.00	1,639.57
Morelos	197,650.00	320.64	132,570.00	198.11	0.00	0.00	330,220.00	518.75
Nayarit	196,350.00	315.99	21,200.00	37.00	0.00	0.00	217,550.00	352.99
Nuevo León	446,920.00	802.40	0.00	0.00	0.00	0.00	446,920.00	802.40
Oaxaca	216,500.00	335.13	48,000.00	69.00	0.00	0.00	264,500.00	404.13
Puebla	302,940.00	457.37	503,540.00	787.69	0.00	0.00	806,480.00	1,245.06
Querétaro	46,280.00	77.82	46,550.00	81.61	400,600.00	616.85	493,430.00	776.27
Quintana Roo	29,300.00	20.47	167,000.00	266.13	19,750.00	27.69	216,050.00	314.28
San Luis Potosí	412,320.00	733.36	52,000.00	83.75	0.00	0.00	464,320.00	817.11
Sinaloa	366,890.00	695.55	20,160.00	34.65	0.00	0.00	387,050.00	730.20
Sonora	367,690.00	700.07	77,280.00	143.16	0.00	0.00	444,970.00	843.23
Tabasco	27,890.00	54.36	69,320.00	138.10	0.00	0.00	97,210.00	192.46
Tamaulipas	192,110.00	324.96	68,200.00	126.01	13,080.00	25.35	273,390.00	476.32
Tlaxcala	80,560.00	107.55	0.00	0.00	0.00	0.00	80,560.00	107.55
Veracruz	266,140.00	397.33	178,690.00	297.49	0.00	0.00	444,830.00	694.81
Yucatán	76,500.00	109.13	0.00	0.00	0.00	0.00	76,500.00	109.13
Zacatecas	151,780.00	267.64	24,140.00	42.19	0.00	0.00	175,920.00	309.83
<b>TOTAL</b>	<b>10'900,013.33</b>	<b>16,531.72</b>	<b>3'635,793.33</b>	<b>6,177.65</b>	<b>474,780.00</b>	<b>743.48</b>	<b>15'010,586.67</b>	<b>23,452.85</b>

Por lo que respecta al agua residual sin tratar que se vierte en canales, arroyos o vía pública, el porcentaje es de un 24% del volumen total. Los estados que más contribuyen a este tipo de eliminación, con aproximadamente un 12% de este total, son Guanajuato, Michoacán y Puebla.

Analizando la situación por estado, los que vierten mayoritariamente sus aguas residuales en canales, arroyos o vía pública son: Puebla, Tabasco, Quintana Roo, Campeche, y Durango, con porcentajes que van desde el 62% hasta el 100% de la totalidad de las aguas residuales sin tratamiento que generan.

En referencia al agua residual sin tratamiento que se vierte en fosas, el porcentaje es de 3.2% y el estado que genera mayor contribución a nivel nacional es Querétaro. Algunos otros, como Aguascalientes, Baja California Sur, Campeche, Quintana Roo y Tamaulipas, intervienen con cantidades mucho más pequeñas, el resto no utilizan esta vía de eliminación.

Las industrias con mayor participación relativa en la eliminación de carga orgánica al agua son: la azucarera, con un 53%; la de elaboración de bebidas y de fabricación de alcohol, con un 10% cada una, y las petrolera, celulosa y papel, alimenticia, metálica básica y química, con un 5% respectivamente. Esto significa que la industria alimenticia mexicana, en su totalidad, genera anualmente 84.8 miles de toneladas de DBO<sub>5</sub>, de las cuales 5.8 miles de toneladas son generadas por los 306 rastros estudiados, es decir, el 6.8% de lo producido por toda la industria alimenticia en México.

Cabe aclarar que estas comparaciones sólo toman en consideración la carga orgánica de las aguas residuales (DBO<sub>5</sub>), así como que los residuos de la industria cárnica presentan una gran concentración de bacterias, fundamentalmente entéricas, muchas de las cuales son patógenas para el hombre.

Con la intención de poner en perspectiva estas cifras, habrá que partir de la premisa de que un habitante puede producir diariamente, en promedio, 60 gramos de DBO<sub>5</sub>. Así, pues, se puede calcular que los rastros que proveen carne a las localidades con más de 50,000 habitantes y no realizan ningún tratamiento a sus líquidos residuales, generan diariamente una contaminación equivalente a una localidad de 390,881 habitantes, como la de Xalapa, Veracruz.

Con el propósito de comparar las cargas contaminantes de algunas aguas residuales industriales, se toma como referencia la contaminación producida por el líquido cloacal, empleándose el concepto de población equivalente. Como dato ilustrativo, los líquidos cloacales domésticos tienen una contaminación orgánica biodegradable del orden de 300 mg por litro; por lo que la contaminación generada por los líquidos residuales provenientes de los 306 rastros que conforman este estudio es equivalente a 78'176,167 litros de líquidos cloacales.

Otra forma de describir la magnitud de la contaminación generada, es tomar en cuenta que se considera que un vacuno o 2.5 cerdos faenados, equivalen a la contaminación producida por una población de 70-200 habitantes. Por lo que se puede inferir que la totalidad de las aguas residuales vertidas por los rastros o mataderos, que no realizan un tratamiento previo, generan una contaminación diaria equivalente a una población como la del estado de Baja California.

### 3.1.4) Aguas residuales vertidas a tanque de tratamiento

El 37.2% de las aguas residuales que se producen en rastros y mataderos es vertido en tanques de tratamiento, con el propósito de disminuir su DBO<sub>5</sub>. Sin embargo, en este estudio se encontraron ciertas limitaciones. La primera es el desconocimiento de la funcionalidad de los tanques, así como su capacidad y tiempos de mantenimiento. La segunda es que no se tiene información del destino de las aguas residuales una vez fuera del tanque.

Los estados que contribuyen con mayores porcentajes de agua vertida en tanques, a nivel nacional, son: Jalisco (8.2%), Aguascalientes (7.3%), Veracruz (5.3%), Yucatán (5.1%), Guanajuato y Coahuila (2.8 y 2.1% respectivamente) que, en conjunto, suman 30.8% del total de agua nacional (tabla 29).

Se esperaría que al hacer una comparación entre el total de procedencia de agua y el total de aguas residuales éstas coincidieran, sin embargo, en la encuesta de vertido tenemos tres rastros que se incluyen pero que, o bien no contestaron la pregunta del origen del agua, o la información no estaba clara como para ser considerada en esa tabla.

**Tabla 29: Cantidad de agua que se vierte en tanque de tratamiento, porcentaje con el que contribuye cada estado con el total nacional y con el agua residual total**

ESTADO	Tanque				TOTAL DE AGUA RESIDUAL	
	Agua L / día	DBO <sub>5</sub> kg / día	% Agua Nacional	% DBO <sub>5</sub> Nacional	Agua L / día	DBO <sub>5</sub> kg / día
Aguascalientes	1'750,600.00	2,754.20	7.3	7.2	3'425,500.00	4,157.10
Baja California	22,260.00	39.45	0.1	0.1	74,870.00	95.20
Baja California Sur	50,000.00	89.20	0.2	0.2	95,860.00	177.28
Campeche	2,486.67	3.76	0.0	0.0	107,180.00	181.83
Chiapas	170,000.00	268.00	0.7	0.7	626,400.00	1,047.15
Chihuahua	18,450.00	36.56	0.1	0.1	480,050.00	918.90
Coahuila	504,850.00	941.93	2.1	2.5	787,920.00	1,279.40
Colima	262,055.00	413.78	1.1	1.1	391,845.00	569.75
Durango	44,500.00	85.63	0.2	0.2	117,760.00	226.01
Guanajuato	663,720.00	1,124.63	2.8	3.0	2'025,850.00	3,375.88
Guerrero	0.00	0.00	0.0	0.0	323,200.00	540.73
Hidalgo	44,000.00	74.50	0.2	0.2	293,060.00	498.35
Jalisco	1'951,670.00	3,305.71	8.2	8.7	2'988,420.00	5,047.66
México	207,166.67	353.71	0.9	0.9	2'791,270.00	4,494.61
Michoacán	6,000.00	7.50	0.0	0.0	959,260.00	1,647.07
Morelos	7,400.00	10.75	0.0	0.0	337,620.00	529.50
Nayarit	6,800.00	12.25	0.0	0.0	224,350.00	365.24
Nuevo León	13,900.00	24.43	0.1	0.1	460,820.00	826.83
Oaxaca	41,680.00	66.35	0.2	0.2	306,180.00	470.48
Puebla	93,000.00	152.25	0.4	0.4	899,480.00	1,397.31
Querétaro	192,890.00	308.86	0.8	0.8	686,320.00	1,085.13
Quintana Roo	90,250.00	133.87	0.4	0.4	306,300.00	448.14
San Luis Potosí	0.00	0.00	0.0	0.0	464,320.00	817.11
Sinaloa	0.00	0.00	0.0	0.0	387,050.00	730.20
Sonora	0.00	0.00	0.0	0.0	444,970.00	843.23
Tabasco	99,500.00	198.81	0.4	0.5	196,710.00	391.28
Tamaulipas	95,000.00	183.25	0.4	0.5	368,390.00	659.57
Tlaxcala	54,520.00	84.70	0.2	0.2	135,080.00	192.24
Veracruz	1'263,640.00	2,267.00	5.3	6.0	1'708,470.00	2,961.81
Yucatán	1'216,500.00	1,646.63	5.1	4.3	1'293,000.00	1,755.75
Zacatecas	0.00	0.00	0.0	0.0	175,920.00	309.83

TOTAL	8'872,838.33	14,587.68	37.2	38.3	23'883,425.00	38,040.54
-------	--------------	-----------	------	------	---------------	-----------

### 3.1.5) Destino de los decomisos y de la sangre

Los decomisos son órganos y partes de la canal que no son aptos para el consumo humano, porque pueden ocasionar riesgos a la salud, por tanto, se consideran como desechos sólidos que deben ser incinerados.

A continuación se describe el destino tanto de los decomisos como de la sangre que reportaron los rastros y mataderos encuestados (tabla 30), evaluándose la existencia de una asociación estadística entre el tamaño de los establecimientos (rastros o mataderos) con respecto a las variables analizadas. Aproximadamente la mitad de los rastros, y el 60% de los mataderos, no cuentan con fosa de sedimentación, lo que está asociado estadísticamente con el tamaño de los establecimientos.

**Tabla 30: Destino de los decomisos y sangre generados en los rastros y mataderos municipales**

Pregunta	Rastros		Mataderos	
	Sí	No	Sí	No
Existe fosa de sedimentación (a)	75 (52.8%)	67 (47.2%)	57 (36.5%)	99 (63.5%)
Se produce harina de sangre (a)	15 (10.6%)	127 (89.4%)	1 (0.7%)	151 (99.3%)
Se cuenta con planta de rendimiento (a)	9 (6.3%)	133 (93.7%)	2 (1.3%)	153 (98.7%)
La sangre se destina a algún proceso (a)	41 (28.3%)	104 (71.7%)	16 (10.4%)	138 (89.6%)
Las vísceras se incineran	60 (43.8%)	77 (56.2%)	49 (33.1%)	99 (66.9%)
Se cuenta con incineradores (a)	40 (27.8%)	104 (72.2%)	16 (10.3%)	140 (89.7%)
Las vísceras se depositan en basureros	87 (64.0%)	49 (36.0%)	104 (70.7%)	43 (29.3%)

(a)Existe asociación estadísticamente significativa (test de asociación por chi cuadrada) entre la exposición a una supuesta causa (rastrero o matadero) y la característica evaluada (p<0.05)

Debido a que no existe información nacional respecto al volumen de decomisos, éstos se calcularon (volúmenes y destinos), considerando la prevalencia en bovinos y ovinos de algunas patologías como son tuberculosis, hidatidosis, ictericia, caquexia, entre otras. Para el caso de bovinos se consideró que se decomisan aproximadamente el 0.50% del peso del animal en pie; mientras que el porcentaje decomisado para el caso de ovinos es del 1.14% del peso del animal vivo. Sin embargo, al no poseer datos específicos sobre decomisos en porcinos, equinos y aves, éstos se estimaron a partir del valor de los bovinos y caprinos (tabla 31).

**Tabla 31: Toneladas de decomisos por especie y totales**

Especie	Número de animales faenados totales / día	Número de animales faenados / día en establecimientos sin incineradores	Peso promedio animal en pie (Kg)	Decomisos por día (toneladas)	Decomisos por día en establecimientos sin incinerador (toneladas)
Aves	151,955.0	25,175	2.1	1.59	0.26
Bovinos	11,248.2	7,683	388.6	21.85	14.92
Porcinos	18,356.4	11,810	95.8	8.79	0.56
Caprinos	1,506.8	1,136	32.6	0.55	0.42
Equinos	36.2	36	450	0.07	0.07
TOTAL				32.88	16.25

Solamente el 44% de los rastros y el 35% de los mataderos incineran las vísceras decomisadas. Aproximadamente el 65% de los decomisos son eliminados en basureros. Sin embargo, estas cifras parecen optimistas, ya que menos del 30% de los rastros y sólo el 10% de los mataderos poseen incineradores en funcionamiento para poder realizar estas labores, esta asociación es estadísticamente significativa. Posiblemente estas cifras son el resultado de una mala interpretación de la pregunta, entendiendo como incineración, el simple quemado de los decomisos a cielo abierto o en tambos de basura (tabla 30).

De acuerdo a la tabla 31, diariamente se eliminan en basureros 16.25 toneladas de decomisos, lo que significa, aproximadamente, el 49% de todos los decomisos realizados en los rastros y mataderos que conforman este estudio. Esto permite afirmar que unos pocos rastros, con un gran volumen de matanza diaria, poseen el equipamiento para incinerar decomisos, mientras que un gran número de pequeños rastros y mataderos carecen de dicha tecnología.



Manejo inadecuado de desechos sólidos.

Más del 90% de los establecimientos, independientemente del nivel de faena, no cuenta con planta de rendimiento, no produce harina de sangre, ni destina ésta a ningún proceso posterior para la obtención de subproductos derivados de la misma, siendo estas asociaciones entre rastros y mataderos, estadísticamente significativas.

La carga de contaminación de un establecimiento depende, fundamentalmente, de la eficiencia en la recuperación de la sangre. Ésta aporta una carga importante de contaminación que se encuentra en el orden de 150,000 a 200,000 mg/dm<sup>3</sup> de DBO<sub>5</sub>. En el caso de los bovinos y equinos, el aporte de sangre a los efluentes (si no se hace recuperación de la misma) es de 12 litros, para porcinos y ovinos de 3 y 1 litros, respectivamente, y para aves de 0.05 litros, lo que significa que diariamente se eliminan 121,294 litros de sangre procedente del faenado de animales de abasto, es decir, lo equivalente a la contaminación generada por 80'782,037 litros de residuos cloacales (tabla 32).

**Tabla 32: Cantidades de sangre que no se destinan a proceso**

Especies	Faena diaria	Sangre litros /día	DBO <sub>5</sub> kg/día	Líquidos cloacales litros /día
Aves	66,735.001	3,336.75	667	2'222,275.50
Bovinos	6,733.80	80,805.60	16,161	53'816,529.60
Porcinos	9,179.40	27,538.20	5,508	18'340,441.20
Caprinos	577.80	9,179.40	1,836	6'113,480.40
Equinos	36.20	434.40	87	289,310.40
Total		121,294.35	24,259	80'782,037.10

#### 4) Caracterización del riesgo

En la caracterización del riesgo se resume la información generada en las etapas anteriores de la evaluación del riesgo y se identifican los aspectos más relevantes de la misma. Esta etapa constituye un nexo entre la evaluación del riesgo y el manejo de riesgos que será instrumentado por los gestores del mismo.

Gran parte del impacto ambiental y en salud pública que ejercen las aguas residuales de los rastros no puede ser cuantificada, sin embargo, este diagnóstico basado en las encuestas realizadas a 306 rastros y mataderos que proveen carne a las localidades con más de 50,000 habitantes en todo el país permite tener una perspectiva real de la situación.

México tiene una carencia importante de agua, el 11% de la población no tiene acceso a este servicio y la mayor concentración natural del recurso se encuentra en la región del sureste donde está asentado únicamente el 22% de los habitantes. En el resto del país existe una cantidad importante de asentamientos industriales, ciudades y, lo más importante, el 88% restante de la población, que para satisfacer su demanda de agua explotan las reservas naturales en el subsuelo, lo que produce una gran presión sobre el manto que no permite la regeneración del recurso con la suficiente rapidez. Si se considera este panorama, el hecho de que únicamente 306 rastros y mataderos generen una contaminación en cuerpos de agua nacionales similar a la que genera la población de Xalapa, Veracruz, plantea un escenario complejo.

El costo anual por el tratamiento del agua residual que producen estos establecimientos es de US\$ 1'296,194, considerando un volumen anual vertido de 15'010,567 litros de agua residual. Los estados que deberían desembolsar una mayor cantidad de dinero por el tratamiento del agua son el Estado de México, con US\$ 223,266; seguido por Aguascalientes, con US\$ 144,711; Guanajuato, con US\$ 117,688; Jalisco, con US\$ 89,575; Michoacán, con US\$ 82,361; Puebla, con US\$ 69,679, y Querétaro, con US\$ 42,632.

Es importante resaltar que el costo de tratar el agua antes de verterla al drenaje y/o a los cuerpos de agua (medida preventiva) es mucho menor que el costo que tendría reparar el impacto ambiental generado, así como sus consecuencias en la biodiversidad y la salud humana.

La metodología para resolver este problema puede comenzar por ajustar las descargas de los rastros y mataderos municipales a lo estipulado por la normatividad vigente NOM-001-ECOL-1996 y la NOM-002-ECOL-1996; que indican los límites máximos de DBO<sub>5</sub> que pueden tener las descargas de aguas residuales que se deberán verter en aguas y bienes nacionales, así como en el drenaje. Estos límites son: para la protección de la vida acuática de 30 mg/L en promedio mensual; para explotación pesquera, navegación, y otros, 150 mg / L, y si se vertiera en zonas de recreación o estuarios, 75 mg / L. Como se ha demostrado a lo largo de este documento el contenido de DBO<sub>5</sub> de las aguas residuales de la industria cárnica es muy superior a los límites establecidos por norma, asimismo, cabe hacer hincapié en que tan solo la contaminación generada por la sangre es de 200,000 mg / L.

Para solucionar, aunque sea parcialmente, esta situación es importante considerar la historia de rastros y mataderos municipales, la mayoría de los cuales tiene más de treinta años de funcionamiento, no ha recibido inversión en infraestructura y sufre carencias en sus procesos. De igual modo, si se evalúa cada uno de ellos de manera específica y se mejora la disposición – tratamiento de residuos, la contaminación que producen y afecta al ambiente y a la salud pública disminuirá de manera significativa.

Si se toma en cuenta que la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos define, en su artículo 19, como residuos de manejo especial a los "...generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en esas actividades" se pueden considerar como tales a los residuos sólidos y líquidos generados por los rastros y mataderos.

El artículo 20 de la misma Ley menciona que "la clasificación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, sujetos a planes de manejo se llevará a cabo de conformidad con los criterios que se establezcan en las normas oficiales mexicanas que contendrán los listados de los mismos y cuya emisión estará a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Por su parte, los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios, deberán publicar en el órgano de difusión oficial y diarios de circulación local, la relación de los residuos sujetos a planes de manejo y, en su caso, proponer a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales los residuos sólidos urbanos o de manejo especial que deban agregarse a los listados a los que hace referencia el párrafo anterior." Esto significa que los rastros deberán crear su propio plan de manejo de residuos.

Por su parte, el artículo 21 establece que "Con objeto de prevenir y reducir los riesgos a la salud y al ambiente, asociados a la generación y manejo integral de residuos peligrosos, se deberán considerar cuando menos alguno de los siguientes factores que contribuyen a que los residuos peligrosos constituyan un riesgo:

- I. La forma de manejo;
- II. La cantidad;
- III. La persistencia de las sustancias tóxicas y la virulencia de los agentes infecciosos contenidos en ellos;
- IV. La capacidad de las sustancias tóxicas o agentes infecciosos contenidos en ellos, de movilizarse hacia donde se encuentren seres vivos o cuerpos de agua de abastecimiento;
- V. La biodisponibilidad de las sustancias tóxicas contenidas en ellos y su capacidad de bioacumulación;
- VI. La duración e intensidad de la exposición, y
- VII. La vulnerabilidad de los seres humanos y demás organismos vivos que se expongan a ellos."

Por último, el artículo 24 dice que "en el caso de la generación de residuos peligrosos considerados como infecciosos, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, conjuntamente con la Secretaría de Salud, emitirá las normas oficiales mexicanas mediante las cuales se regule su manejo y disposición final," lo que sugiere la posibilidad de crear una Norma Oficial Mexicana específica para el manejo de residuos de los rastros o bien, ampliar la norma actual sobre residuos biológico-infecciosos.

#### F) Análisis de costos

La información económica puede ser aprovechada para comparar la inversión que es necesario realizar en los rastros para la reducción de riesgos, con la valoración económica del impacto en la salud individual y comunitaria. Asimismo, hace posible conocer la valoración de las consecuencias de no tomar las medidas necesarias para reducir la contaminación de la carne y así reducir la posibilidad de exacerbar la problemática derivada de la no-intervención, lo que se traduce, generalmente, en el incremento de los costos.

En la tabla 33 se presentan los datos estadísticos sobre la distribución de nuevos enfermos de padecimientos potencialmente relacionados con el consumo de carne y su serie histórica 1998-2003.

**Tabla 33: Evolución de los principales padecimientos relacionados con el consumo de carne**

Padecimiento	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Cisticercosis	1,061	920	660	636	570	nd
Infecciones intestinales mal definidas	5,023,427 <sup>a</sup>	4,862,618 <sup>a</sup>	5,184,776 <sup>a</sup>	5,336,033 <sup>a</sup>	5,374,980 <sup>a</sup>	5,540,579 <sup>b</sup>
Intoxicación alimentaria bacteriana <sup>c</sup>	54,602	42,661	31,665	23,636	21,659	30,665
Intoxicación por clenbuterol	ND	ND	ND	0	133	ND
Salmonelosis	226,701	190,132	107,289	92,053	88,383	97,646
Shigelosis	45,372	39,020	36,397	34,266	31,473	26,808
Teniasis	3,061	3,195	1,195	711	618	ND
Triquinosis	-	-	921	77	38	ND

Fuente: Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica/Dirección General de Epidemiología/Secretaría de Salud.

a) Incluye infecciones debidas a Rotavirus, adenovirus y otras enteritis virales, *Escherichia coli* enteropatógena, enterotoxigénica, enteroinvasiva, enterohemorrágica, *Campylobacter*, *Yersinia enterocolitica*, *Clostridium difficile* y otras infecciones intestinales bacterianas específicas y no específicas.

b) Incluye infecciones debidas a Rotavirus, adenovirus y otras enteritis virales, *Escherichia coli* enteropatógena, enterotoxigénica, enteroinvasiva, enterohemorrágica, *Campylobacter*, *Yersinia enterocolitica*, *Clostridium difficile* y otras infecciones intestinales bacterianas específicas y no específicas; fiebres tifoidea y paratifoidea, shigelosis, estafilococos, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Bacillus cereus*, amebiasis, criptosporidiosis y otros protozoarios.

c) Intoxicaciones debidas a estafilococos, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Bacillus cereus* y otras intoxicaciones alimentarias bacterianas específicas y no específicas.

ND) No existen datos disponibles.

De acuerdo con la información epidemiológica recabada, se pudo estimar la proporción de casos de enfermedades que realmente pudieran ser atribuibles al consumo de carne y/o vísceras. El total de los casos de intoxicación por clenbuterol, teniasis y triquinosis, se consideraron como causados por el consumo de carne contaminada con el beta-agonista, formas evolutivas del platelminto o quistes de *Trichinella spiralis*, respectivamente.

Por lo que se refiere a la cisticercosis, aún cuando se debe fundamentalmente al consumo de verduras contaminadas con materia fecal humana, producto de malas prácticas de riego o por contaminación directa por deficiencias en el lavado de las manos, para que el ciclo evolutivo del parásito se mantenga y perpetúe es fundamental la existencia del cerdo conteniendo los quistes. Ésta es la razón por la que el total de los casos se consideró como causado por el consumo de carne, pues si se lograra detectar y eliminar la carne de cerdo contaminada en la inspección *post-mortem*, el ciclo evolutivo podría ser coartado.

El grupo de las infecciones intestinales mal definidas, contiene una gran diversidad de agentes etiológicos que pueden tener contacto con el ser humano por otras vías además del consumo de carne. Basándose en algunos estudios nacionales, se pudo estimar que el 65% de éstas son generadas por el consumo de alimentos (Enfermedades Transmitidas por Alimentos, ETA) y, que de ese número de casos, aproximadamente el 25% puede ser por consumo de carne y sus derivados. Se empleó el mismo razonamiento para estimar el número de personas que anualmente sufren intoxicaciones alimentarias bacterianas, calculándose como el 25% del total de casos registrados.

Por lo que se refiere a definir el número de personas afectadas con salmonelosis y shigelosis debidas al consumo de carne y productos cárnicos, se empleó un estudio europeo que indica que aproximadamente el 45% de los casos de salmonelosis es debido al consumo de carne.

En la tabla 34 se presenta el número estimado de personas afectadas por los diferentes padecimientos que pudieran deberse al consumo de carne, así como los costos directos e indirectos que ocasionan estos padecimientos.

Cabe aclarar que estos datos surgen de los casos notificados y que no se ponderaron debido a la presunta subnotificación que, algunas veces, puede llegar hasta el 50-100%.

Como ejemplo, basta señalar que si bien se computaron 570 casos de cisticercosis, en el 2002, se tienen reportes que indican que la verdadera prevalencia de esta enfermedad parasitaria es de 2,453 por cada 100,000 habitantes. Por otra parte, estudios recientes, realizados por el IMSS, indican que aproximadamente el 2% de la población mexicana padece cisticercosis, así como que uno de cada tres cerdos está infectado.

Diversos autores estiman que el subregistro de enfermedades gastrointestinales (la relación entre el número de personas que padecen gastroenteritis y el de las que solicitan atención médica), varía de 1 a 25. Un ajuste conservador del 50% de los casos no transmitidos por alimentos y un subregistro de 1 a 100, estimó que en México hay 257 millones de casos de gastroenteritis causados por el consumo de alimentos, lo que equivale a 2.5 episodios al año por persona.

Para el cálculo de los costos derivados por las enfermedades potencialmente relacionadas con el consumo de carne, se determinaron los costos de la atención médica, con base en las guías diagnóstico-terapéuticas que se siguen en la consulta externa para el primer nivel de atención médica. Se consideraron diversos insumos para la salud, que se utilizan agrupados por tipo, esto es, recursos humanos, recursos materiales y auxiliares de diagnóstico en la consulta externa, con sus indicadores de productividad, las cantidades utilizadas, precio por unidad y su respectivo costo por paciente. Los costos de cada tipo de recurso se fundamentaron en el Tabulador actual del personal médico y paramédico de la Secretaría de Salud y del Fallo Económico de Medicamentos y Material de Curación, así como en las cantidades registradas y asignadas en la unidad. Por su parte, los costos de estudios de diagnóstico se tomaron de los costos vigentes en los laboratorios.

Adicionalmente, se estimaron los costos indirectos de las enfermedades asociadas al consumo de carne, determinando el costo generado por las incapacidades médicas de los adultos que condicionan ausencia laboral y disminución de la productividad. Para cada enfermedad se tomó en cuenta el tiempo promedio de incapacidad y se multiplicó por un valor promedio de cinco salarios mínimos, el cual asciende a \$43.7 diarios.

**Tabla 34: Estimación del costo total por padecimiento relacionado al consumo de carne**

Padecimiento	Nº de personas afectadas	Costos directos	Costos indirectos	Costo total
Cisticercosis	570	388,626	249,090	637,716
Infecciones intestinales mal definidas	900,344	1107'378,102	1377'076,148	2484'454,250
Intoxicación alimentaria bacteriana	7,666	4'332,823	11'725,147	16'057,970
Intoxicación por clenbuterol	133	55,195	58,121	113,316
Salmonelosis	43,941	54'045,232.95	67'207,759	121'252,991
Shigelosis	12,064	6'818,572	18'451,888	25'270,460
Teniasis	618	171,433	405,099	576,532
Triquinosis	38	96,482	124,545	221,027
<b>TOTAL</b>	<b>965,374</b>	<b>1173'231,270</b>	<b>1475'239,676</b>	<b>2648'584,262</b>

Como se puede observar en la tabla 34, el costo aproximado de mantener los rastros y mataderos municipales en el estado actual supera los 2,648 millones de pesos mexicanos. Cabe destacar que en este estudio no se tuvieron en consideración los costos por enfermedades derivadas de la contaminación del agua por residuos vertidos por los rastros, ni el costo de dicha contaminación ambiental.

Asimismo, se debe consignar que en este estudio no se consideró la contaminación de la cual es objeto la carne durante las operaciones de transporte, almacenamiento, procesamiento, distribución, venta y preparación doméstica.

## G) Bibliografía

BELTRÁN-ORDAZ F.J. 1996. Aplicación del análisis de riesgos identificación y control de puntos críticos en rastros y tiendas de autoservicio. Secretaría de Salud, México, págs. 67.

COWI Consulting Engineers and Planners AS, Denmark for UNEP and Danish Environmental Protection Agency: Cleaner Production Assessment in Meat Processing. Dinamarca. Revisión en 2005.

ESCUTIA-SÁNCHEZ I. 1994. Guía para la verificación de un rastro. Secretaría de Salud, México, págs.73.

ESCUTIA-SÁNCHEZ I. 1996. Manual de buenas prácticas de sanidad en rastros municipales. Secretaría de Salud, México, págs. 52.

FLORES-LUNA J.L. 2002. Modelo de evaluación de riesgos sanitarios derivados del consumo de agua y alimentos. Food Nutrition and Agriculture **31**:42-53.

GALLARDO NIETO J.L., GARCÍA BOJALIL CM; ALBARRAN DIAZ M; LEINER A; OCHOA BAUTISTA R & ORTEGA RIVAS C. 2002. Situación actual de la producción de carne de bovino en México. Claridades Agropecuarias, **109**:3-32.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS. 1980. Ecología microbiana de los alimentos. Editorial ACRIBIA (España), págs. 332.

JOINT FAO/WHO. 2002. Hazard identification, hazard characterization and exposure assessment of *Campylobacter* spp. in broilers chickens. Joint FAO/WHO Activities on risk assessment of microbiological hazards in foods, págs. 143.

JOINT FAO/WHO. 2002. Risk assessment of Salmonella in eggs and broiler chickens. Joint FAO/WHO Activities on risk assessment of microbiological hazards in foods, págs. 71.

KIEPER, B. H.: 1985. Characterization on Poultry Processing Operations, Wastewater Generation, and Wastewater Treatment Using Mail Survey and Nutrient Discharge Monitoring Methods. *Tennessee Technological University*, Degree: Master of Science, 1985.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 8 de octubre de 2003. SEMARNAT. México.

LOMELÍ, R. M. G. & TAMAYO, O. R. Deterioro ambiental. Sección: Contaminación por detergentes. Eutroficación: [http://www.sagan-gea.org/hojared\\_AGUA/paginas/20agua.html](http://www.sagan-gea.org/hojared_AGUA/paginas/20agua.html)

LOMELÍ, R. M. G. & TAMAYO, O. R.: Deterioro ambiental. Sección: Contaminación por materia orgánica y microorganismos. [http://www.sagan-gea.org/hojared\\_AGUA/paginas/16agua.html](http://www.sagan-gea.org/hojared_AGUA/paginas/16agua.html)

Norma Oficial Mexicana, NOM-194-SSA-2004. Productos y Servicios. Especificaciones sanitarias en los establecimientos dedicados al sacrificio y faenado de animales para abasto, almacenamiento, transporte y expendio. Especificaciones sanitarias de productos. D.O.F 18 de septiembre de 2004.

Norma Oficial Mexicana, NOM-033-ZOO-1995: Sacrificio Humanitario de los Animales Domésticos y Silvestres. Publicada en el D.O.F. el 7 de julio de 1995.

Norma Oficial Mexicana, NOM-001-ECOL-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Publicada en el D.O.F., el 24 de diciembre de 1996.

Norma Oficial Mexicana NOM-002-ECOL-1996, Que Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. Publicada en el D.O.F., el 9 de diciembre de 1997.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, FAO: 1994. Manual para la instalación del pequeño matadero modular.

PECORELLI S., ROSMINI M.R., CABRERA A. MOREYRA E. y OTERO J. 1993. Comparación de tres procedimientos de muestreos para el análisis microbiológico de superficies. Fleischwirtsch, español, (1):36-38.

ROSMINI M.R., PECORELLI M. y MOREYRA E.A. 1989. Variación de la concentración de microorganismos indicadores en el agua de escaldado de los cerdos. La industria cárnica:42-46.

ROSMINI M.R., OTERO J.L., MOREYRA E.A. y PECORELLI S.M. 1991. Espátula de escurrido de medias reses. Un punto crítico de control. Fleischwirtsch, español (1): 8-10

ROSMINI M.R., PECORELLI S.M. y CABRERA A. 1992. Análisis de riesgo y puntos críticos de control en el procesamiento de la entraña gruesa. Fleischwirtsch, español (2):42-44.

ROSMINI M.R., OTERO J.L., MOREYRA E.A., PECORELLI S.M. y DALLA SANTINA R. 1994. Análisis de riesgo y puntos críticos de control en la línea de faena de bovinos. Fleischwirtsch, español, (1):6-12.

TAPIAS G.Q. y GARCÍA DE SILES J.L. 1994. Manual para la instalación del pequeño matadero modular de la FAO. Editorial FAO (Italia), págs. 250.

UNEP, 2004: Fact Sheet 7: Food Manufacturing Series

USDA. 1994. Generic HACCP model for fresh ground beef. USDA-FSIS, págs. 13.

USDA. 1994. Generic HACCP model for poultry slaughter. USDA-FSIS, págs. 17

USDA. 1999. Modelo HACCP general para el sacrificio de reses. USDA-FSIS, págs. 47.

USDA. 1999. Modelo HACCP general para el sacrificio de puercos. USDA-FSIS, págs. 50.

VEALL F. 1993. Estructura y funcionamiento de mataderos medianos en países en desarrollo. Editorial FAO (Italia), págs. 207.

WORLD BANK GROUP. 1998. Pollution Prevention and Abatement Handbook, Meat Processing and Rendering.

ZARCO-GONZÁLEZ E. 1999. Manual de aplicación del análisis de riesgos, identificación y control de puntos críticos. Secretaría de Salud de México, págs. 49.

## H) Glosario

**Canal:** Cuerpo del animal después de haber sido insensibilizado, sacrificado, sangrado y desprovisto de plumas y vísceras, puede conservar según la especie: cabeza, patas, riñones, cola o alguna otra estructura (NOM-194-SSA1-2004)

**Cebuínos, cebúes:** Mamífero perteneciente al género de los bovinos, similar al buey, pero con una joroba, es muy resistente a los climas cálidos o tropicales donde el ganado bovino europeo no se adapta muy bien, actualmente se les utiliza en la producción cárnica y como animales de doble propósito (para producción de leche y carne). En la actualidad están distribuidos en todo el mundo, y se les puede encontrar en nuestro país en zonas como el estado de Veracruz y Yucatán.

**Coagulación:** Un proceso de tratamiento del agua que tiene por objeto agrupar partículas coloidales dispersas en el agua en otras más voluminosas y pesadas que puedan ser separadas más fácilmente del agua (Agua potable 2005).

**DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno):** La cantidad de oxígeno (medido en mg/l) que es requerido para la descomposición de la materia orgánica por los organismos unicelulares, bajo condiciones de prueba. Se utiliza para medir la cantidad de contaminación orgánica en aguas residuales (Lomelí).

**DBO<sub>5</sub>:** La cantidad de oxígeno disuelto consumido en cinco días por las bacterias que realizan la degradación de la materia orgánica (Lomelí).

**Desangrado:** El acto de perder sangre, en este caso por medio del corte de una arteria, que varía de acuerdo a la especie animal.

**Eutrificación:** (del griego eú, bien, y trophé, alimentación) es un proceso natural de envejecimiento de agua estancada o de corriente lenta con exceso de nutrientes y que acumula en el fondo materia vegetal en descomposición. Las plantas ocupan el lago hasta convertirlo en pantano y luego se seca (Lomelí).

**Ganado mayor:** Equivale a un bovino adulto o a un caballo adulto.

**Ganado menor:** Equivale a ovinos, caprinos y porcinos.

**Insensibilización:** Privar de la sensibilidad o de los sentidos, en este caso con la finalidad de evitar dolor al momento del sacrificio.

**Matadero:** Planta de sacrificio con capacidad menor a la de un rastro.

**Pistola de perno cautivo (de émbolo oculto):** Es una herramienta cuyo modo de acción es la penetración de un eje metálico activado mecánicamente, lo que produce un trauma y destrucción del cerebro. Requiere ubicaciones específicas para cada especie.

**Rastro:** Planta de sacrificio con capacidad de 28 cabezas de ganado mayor, o 56 de ganado menor o una combinación con relación 2 de ganado menor: 1 ganado mayor, o bien 1,000 aves domésticas o combinación en relación 35 aves: 1 ganado mayor. (NOM-194-SSA1-2004).

**Sacrificio humanitario:** Acto que provoca la muerte sin sufrimiento de los animales por métodos físicos o químicos. (NOM-033-ZOO-1995).

**Sacrificio zoonosanitario:** Sacrificio humanitario que se realiza en uno o varios animales como medida profiláctica. (NOM-033-ZOO-1995).