



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA
VETERINARIA Y ZOOTECNIA



ANALISIS DE RIESGOS E IDENTIFICACION DE PUNTOS
CRITICOS DE CONTROL EN EL PROCESAMIENTO DE
CANALES DE BOVINO PARA EL ABASTO EN UN RASTRO
MUNICIPAL TIPO DEL ESTADO DE MEXICO

T E S I S

PARA LA OBTENCION DE GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS VETERINARIAS
POR
ISMAEL ESCUTIA SANCHEZ

ASESORES: M. en C. JOSE FERNANDO NUÑEZ ESPINOSA
M. en C. JOSE LUIS FLORES LUNA
DR. HECTOR QUIROZ ROMERO

MEXICO, D. F.

1996

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ANALISIS DE RIESGOS E IDENTIFICACION DE PUNTOS
CRITICOS DE CONTROL EN EL PROCESAMIENTO DE CANALES
DE BOVINO PARA EL ABASTO EN UN RASTRO MUNICIPAL TIPO
DEL ESTADO DE MEXICO

TESIS PRESENTADA ANTE LA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE LA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

PARA LA OBTENCION DEL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS VETERINARIAS

POR

ISMAEL ESCUTIA SANCHEZ

ASESORES: M. en C. JOSE FERNANDO NUÑEZ ESPINOSA
M. en C. JOSE LUIS FLORES LUNA
DR. HECTOR QUIROZ ROMERO

MEXICO, D.F.

1996

El autor da consentimiento a la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México para que la tesis esté disponible para cualquier tipo de reproducción e intercambio bibliotecario.



MVZ. ISMAEL ESCUTIA SANCHEZ

DEDICATORIA

A LA MEMORIA DE MIS PADRES
MARIA Y ANDRÉS

A MI ESPOSA LUNICE

A MIS HIJOS ISMAEL Y ALEJANDRO

A MIS HERMANOS Y SOBRINOS

A LA MEMORIA DE MI SUEGRO

AGRADECIMIENTOS

A la Secretaría de Salud a través de la Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios, en particular a la Dirección de Vigilancia Sanitaria, me brindaron todas las facilidades y apoyo para el desarrollo de esta investigación.

Al Laboratorio Nacional de Salud Pública por su valiosa colaboración.

Al Laboratorio Estatal de Salud Pública del Edo. de Guerrero en Acapulco, Gro., por su invaluable apoyo.

A la Universidad Nacional Autónoma de México formadora de mentes críticas.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia que a través del Depto. de Medicina Preventiva me orientaron y sembraron la inquietud de superación profesional.

El autor desea expresar su sincera gratitud a todas aquellas personas que con sus consejos, confianza y ayuda contribuyeron a la realización de este trabajo, de manera muy especial al Dr. José Meljem Moctezuma, M. en C., José Luis Flores Luna, Ing. José Luis Hernández Sánchez y la Lic. Clara Treviño.

También se desea expresar el agradecimiento a las siguientes personas: Dr. Ernesto Avila González, QBP. Gonzalo Alonso Colmenares, MVZ. Lamberto Osorio Nolasco, MVZ. Gonzalo Alonso Sosa, MVZ. Víctor Manuel Romero Cedillo, QBP. Pablo Regalado Galvan, QFB. Arturo Lara Alejo.

DATOS BIOGRAFICOS

El autor nació en la Cd. de México el 1 de Noviembre de 1953. Es egresado en 1976 de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México (FMVZ-UNAM).

Ha participado en programas de capacitación técnica y científica con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), en Fort Worth, Texas y en la Universidad de Texas A & M y con el Consejo Británico en la Universidad de Glasgow, Escocia y en el International Laboratory for Research on Animal Diseases de Nairobi, Kenya, en el Este de Africa.

En la UNAM ha sido Profesor de Licenciatura en la Facultad de Estudios Superiores de Cuautitlán y en la FMVZ Profesor Invitado de la División de Estudios de Posgrado en el Diplomado en Higiene y Control de Calidad de la Carne. De 1984 a 1986 fue miembro electo del Consejo Interno de Estudios de Posgrado de la FMVZ.

En el Gobierno Federal Mexicano ha desempeñado los siguientes comisiones: En la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos trabajó como investigador de tiempo completo en el Departamento de Parasitología del Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias de 1977 a 1984; después fue Jefe del Departamento de Hemoparásitos de la Dirección General de Sanidad Animal y Jefe del Departamento de Establecimientos TIF-Inspección Federal de Carne de 1985 a 1990, donde participó en la acreditación de México como país exportador de carnes rojas a los Estados Unidos y la Comunidad Económica Europea y de pollo a Japón y Hong Kong.

En la Secretaría de Salud ha laborado como Subdirector de Fomento Sanitario y Jefe de Departamento de Verificación Sanitaria de la Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios.

En 1991 fue contratado como Consultor de la Organización Mundial de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) para el proyecto de Control y Normalización de Alimentos TCP/EQU/0052 en Roma, Italia y en la República de Ecuador y Territorio Insular de las Galápagos.

Sus investigaciones se han publicado en revistas especializadas, libros y manuales técnicos y ha presentado conferencias en gran número de Congresos Nacionales e Internacionales en México y en el Extranjero.

Ex-presidente de la Asociación Mexicana de Parasitología Veterinaria y miembro de la World Association for the Advancement of the Veterinary Parasitology.

CONTENIDO

	PAGINA
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
DATOS BIOGRAFICOS.....	V
CONTENIDO.....	VI
LISTA DE CUADROS.....	VII
LISTA DE FIGURAS.....	IX
LISTA DE ANEXOS.....	XI
RESUMEN.....	XII
I INTRODUCCION.....	1
I.1 Antecedentes.....	1
I.2 Justificación.....	8
I.3 Objetivos	9
II MATERIALES Y METODOS.....	10
III RESULTADOS.....	16
IV DISCUSION.....	20
V CONCLUSIONES.....	26
VI LITERATURA CITADA.....	28

LISTA DE CUADROS

	Pagina
Cuadro 1 Diagrama del flujo real del proceso de faenado de bovinos para el abasto en un rastro municipal tipo en el Estado de México.....	34
Cuadro 2. Diagrama del flujo real del proceso de faenado de bovinos con la determinación de Puntos Criticos.....	35
Cuadro 3 Programa de muestreo recomendado para combinaciones de grados de peligrosidad y condiciones de manipulación.....	36
Cuadro 4. Número de muestras y pruebas trabajadas para la identificación, análisis y evaluación de riesgos.....	37
Cuadro 5. Estratificación para el tipo de contaminación bacteriana.....	39
Cuadro 6. Constantes fisicoquímicas del agua	40
Cuadro 7 Encuesta sanitaria de las diferentes áreas del rastro	41
Cuadro 8 Riesgos asociados en cada etapa del proceso de faenamiento de bovinos en un rastro municipal tipo del Estado de México.....	43
Cuadro 9 Medidas preventivas en cada etapa del proceso de faenamiento de bovinos en un rastro municipal del Estado de México.....	46
Cuadro 10 Análisis microbiológicos en 130 muestras de carne en canal en las distintas fases del faenado de bovinos.....	48
Cuadro 11 Análisis microbiológicos en 30 muestras de agua durante el faenamiento de bovinos.....	49

	Pagina	
Cuadro 12	Análisis microbiológicos en 30 muestras de superficies vivas en las distintas fases del faenamiento de bovinos.....	50
Cuadro 13	Análisis microbiológico en 64 muestras de superficies inertes en las distintas fases del faenamiento de bovinos.....	51
Cuadro 14	Análisis microbiológico en 18 muestras del ambiente(aire) en las distintas fases del faenamiento.....	52
Cuadro 15	Estratificación de las cuentas microbiológicas de la carne para <i>Clostridium perfringens</i> (NMP/g) a partir de fuentes de contaminación.....	53
Cuadro 16	Estratificación de las cuentas microbiológicas del agua para mesofilicos aerobios y de coliformes totales y fecales a partir de posibles fuentes de contaminación.....	54
Cuadro 17	Estratificación de las cuentas microbiológicas de superficies inertes para mesofilicos aerobios (UFC/sup) a partir de posibles fuentes de contaminación.....	55
Cuadro 18	Estratificación de las cuentas microbiológicas del ambiente para mesofilicos aerobios. (UFC/sup).	56

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1	Análisis microbiológicos en 40 muestras de carne en canal después del Desollado de dos faenamientos en un rastro municipal tipo en el Estado de México..... 57
Figura 2	Análisis microbiológicos en 40 muestras de carne en canal después del Eviscerado en dos faenamientos en un rastro municipal tipo..... 58
Figura 3	Análisis microbiológicos en 40 muestras de carne en canal después del lavado final en dos faenamientos en un rastro municipal tipo..... 59
Figura 4	Análisis microbiológicos en 10 muestras de carne en canal en refrigeración de dos faenamientos en un rastro municipal tipo..... 60
Figura 5	Análisis microbiológicos en 10 muestras de agua de pozo en dos procesos de faenamiento..... 61
Figura 6	Análisis microbiológicos en 10 muestras de agua de la cisterna en dos procesos de faenamiento..... 62
Figura 7	Análisis microbiológicos en 10 muestras de agua de la manguera en dos procesos de faenamiento..... 63
Figura 8	porcentajes de muestras de agua A) de pozo, B) de la cisterna, C) de la manguera, que cumplen con los límites máximos permitidos de organismos Coliformes totales referidos en la NOM-127-SSA1-1994..... 64
Figura 9	Análisis microbiológicos en 10 muestras de superficies vivas (manos del operario A) en el área de sangrado en dos procesos de faenamiento..... 65
Figura 10	Análisis microbiológicos en 10 muestras de superficies vivas (manos del operario B) en el área de desollado en dos procesos de faenamiento..... 66

	Pagina
Figura 11 Análisis microbiológicos de 10 muestras de superficies inertes para la <i>Salmonella sp.</i> y seis muestras para determinación de mesofílicos aerobios en dos procesos de faenamiento.(Cuchillo del sangrador).....	67
Figura 12 Análisis microbiológicos de 10 muestras de superficies inertes para la <i>Salmonella sp.</i> y seis muestras para determinación de mesofílicos aerobios en dos procesos de faenamiento (Cuchillo del desollador).....	68
Figura 13 Análisis microbiológicos de seis muestras de superficies inertes para mesofílicos aerobios en dos procesos de faenamiento (Cuchillo del eviscerador).....	69
Figura 14 Análisis microbiológicos de seis muestras de superficies inertes para mesofílicos aerobios en dos procesos de faenamiento (sierra para el partido de la canal).....	70
Figura 15 Análisis microbiológicos en seis muestras de medio ambiente (aire) del área del desollado y evisceración, en dos procesos de faenamiento.....	71
Figura 16 Análisis microbiológicos en seis muestras de medio ambiente (aire) del área del lavado final de canales, en dos procesos de faenamiento.....	72
Figura 17 Análisis microbiológicos en seis muestras de medio ambiente (aire) del área refrigeración, en dos procesos de faenamiento....	73
Figura 18 Fuentes de contaminación por <i>Clostridium perfringens</i> (NMP/g) en carne en canal, durante el proceso de faenamiento de bovinos en un rastro municipal tipo.....	74
Figura 19 Fuentes de contaminación por Mesofílicos aerobios (UFC/ml) en el agua durante el proceso de faenamiento de bovinos en un rastro municipal tipo.....	75
Figura 20 Fuentes de contaminación por Coliformes totales (NMP/100 ml) en el agua durante el proceso de faenamiento de bovinos en un rastro municipal tipo.....	76

	Página
Figura 21 Fuentes de contaminación por Mesofílicos aerobios (UFC/sup) de superficies inertes durante el proceso de faenamiento de bovinos en un rastro municipal tipo	77
Figura 22 Fuentes de contaminación por Mesofílicos aerobios (UFC/sup) del medio ambiente durante el proceso de faenamiento de bovinos en un rastro municipal tipo.....	78

LISTA DE ANEXOS

	Página
Anexo 1 Secuencia de decisiones para establecer Puntos Críticos de Control (Aplicación a cada paso de un proceso con un riesgo identificado).....	79
Anexo 2 Diagrama Causa-Efecto. Fuentes de contaminación en el proceso de faenado de bovinos de abasto.....	80

RESUMEN

ESCUTIA SANCHEZ ISMAEL. ANALISIS DE RIESGOS E IDENTIFICACION DE PUNTOS CRITICOS DE CONTROL EN EL PROCESAMIENTO DE CANALES DE BOVINOS PARA EL ABASTO EN UN RASTRO MUNICIPAL TIPO DEL ESTADO DE MEXICO. (Bajo la dirección de M. en C. José Fernando Nuñez Espinosa, M. en C. José Luis Flores Luna y Dr. Héctor Quiroz Romero)

El objetivo de esta investigación fue evaluar el proceso de faenado de bovinos de abasto en un rastro municipal tipo en el Estado de México, a través de un Sistema de Análisis de Riesgos e Identificación de Puntos Críticos de Control (ARPCC); identificar los riesgos bacterianos por *Salmonella sp.* y *Clostridium perfringens* como patógenos seleccionados, y como indicadores sanitarios a Mesofílicos aerobios , Coliformes totales y fecales, en el faenamiento de canales de bovinos, así como determinar, las buenas prácticas sanitarias más importantes y los puntos críticos de control para reducir los riesgos antes mencionados.

Los resultados indicaron la presencia de *Salmonella sp.* en carne después del desollado, eviscerado y lavado final de las canales, lo que implica de acuerdo al plan de muestreo el rechazo de todos estos lotes. *C. perfringens* fue detectado en todas las fases del proceso de faenamiento, principalmente en la carne refrigerada El agua utilizada en el establecimiento presentó contaminación por Mesofílicos aerobios y Coliformes totales, principalmente en el agua de la manguera para lavado final de canales y en el agua de la cisterna respectivamente, observándose que no cuenta con ningún tratamiento que asegure la potabilidad de la misma. En las superficies vivas (manos de los operarios) se detectó presencia de *Salmonella sp.* en área de sangrado y desollado. Pero no se detectó en el área de evisceración. En las superficies inertes, en los cuchillos de los operarios y sierra para el partido de la canal, se detectó *Salmonella sp.* en el área de sangrado y desollado; las cuentas de Mesofílicos aerobios (UFC/sup) fueron mayores al límite crítico para superficies inertes en las área de sangrado, desollado, eviscerado y principalmente en la sierra para el partido de la canal. En cuanto a la contaminación del medio ambiente, la cuenta de Mesofílicos aerobios fue elevada en el área del lavado final de canales.

A partir de la confirmación y evaluación de los riesgos mencionados, se determinaron los puntos críticos de control (PCC), en la diferentes etapas del diagrama de flujo real del rastro municipal tipo, así como las recomendaciones higiénico sanitarias que fortalecerán la operatividad del Sistema ARPCC en el rastro, y por ende, la protección de la salud de los consumidores.

I. INTRODUCCIÓN

I.1 Antecedentes

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 solo es muy susceptible a la contaminación, sino que con frecuencia esta implicada en la presentación de enfermedades transmisibles con los alimentos (8, 10, 56, 62).

Este hecho hace necesario un manejo extremadamente cuidadoso de las carnes, desde que el animal es sacrificado y eviscerado para evitar la contaminación o disminución de los gérmenes patógenos para el hombre por medios físicos o químicos.

Los avances en la tecnología de alimentos, cambios en sus procesos, métodos y nuevas técnicas de mercadeo, han repercutido en nuevos problemas para la protección de los alimentos, los intereses económicos en la competencia no siempre coinciden con las buenas prácticas de la Salud Pública. *Salmonella sp.* y *Clostridium perfringens* son los agentes bacterianos que frecuentemente son involucrados en enfermedades transmitidas por alimentos.

En México, no se dispone de información completa en cuanto al número de casos de salmonelosis en humanos debido al subregistro que existe (pues generalmente la enfermedad cursa de manera asintomática) ya que sólo se notifican los casos cuyo diagnóstico se basa en estudios de laboratorio. En lo referente a la morbilidad, de 1990 a 1994 la presentación más elevada ocurrió en el grupo de edad de los 25 a 44 años. En 1990 la paratifoidea y otras salmonelosis ocuparon el décimo tercero lugar dentro de las principales causas de enfermedad, con una tasa de 110 y el lugar dieciséis en 1994 con una tasa de 111.29 por 100 000 habitantes (52).

Los casos de Salmonelosis reportados anualmente en el Boletín de la Dirección General de Epidemiología de la Secretaría de Salud (DGE-SSA) fueron para el año de 1993 de 97 975 y para el año de 1994 fue de 70 281, la mediana acumulada de 1989 a 1993 fue de 90,648 (51).

Los casos acumulados de fiebre tifoidea durante 1996 a la semana epidemiológica 36 son 4 351 y de paratifoidea y otras salmonelosis la estadística es de 52 087 casos (53).

La DGE-SSA también informa que a la semana 36 se tiene la estadística de 44 391 casos humanos de diarrea aguda y acumulado al año de 1996 de 2 023 338 casos. las entidades federativas que contribuyen con el mayor número de casos son: Jalisco, México y Guerrero Durante el año de 1995 acumulado a la misma fecha se informó de 1 486 712 casos de enfermedades diarreicas agudas (53)

Las toxiinfecciones alimentarias se generan por la acción de microorganismos que contaminaban alimentos que fueron consumidos, crecen en el tracto intestinal y elaboran una o más toxinas que dañan los tejidos o interfieren con el órgano normal o la función tisular. Los casos de intoxicación alimentaria bacteriana en la República Mexicana en el año de 1995 fueron 17,296; los casos acumulados en 1996 a la semana epidemiológica 36 son 17,555.(53)

La bacteria *Clostridium perfringens* es un factor importante en la presentación de gastroenteritis debido a la producción de la enterotoxina, las esporas resisten en el suelo principalmente en áreas con contaminación fecal. Alrededor del 60% de las canales de cerdo contienen *C. perfringens*. (5)

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 del equipo de las mismas, manos y ropa de los trabajadores e incluso el medio ambiente de las zonas de procesado y de almacenamiento.

Con excepción de la superficie interna de los tractos digestivo, respiratorio y genitourinario, los tejidos de los animales sanos son estériles, los mecanismos de defensa del animal controlan con eficacia los agentes infectantes; sin embargo, esta defensa falla después de que ha muerto el animal (21).

En condiciones naturales el pH de la carne puede oscilar desde, 5.0 a 7.0 que está muy cerca del óptimo para el crecimiento de muchas bacterias patógenas y causantes de alteración. Algunas Pseudomonas, Enterobacterias y Microbacterias crecen a su máxima velocidad en un intervalo de pH de 5.5 a 7.0 (12).

Las deficientes condiciones sanitarias en los rastros 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 canales, malos hábitos sanitarios de los trabajadores, deficiente limpieza de utensilios y ropa sucia, han contribuido a la contaminación exógena de la carne (1, 9, 11, 59).

La verificación veterinaria previa al sacrificio asegura que para la producción de carne para consumo humano sólo se acepten animales aparentemente sanos o

clínicamente sanos. La verificación de la carne también elimina material no apto que solo puede detectarse después del sacrificio (7, 30, 34, 39, 50)

El transporte de animales vivos desde los ranchos ganaderos hasta el rastro es una operación importante bajo el punto de vista de la higiene de la carne. De hecho no existe un procedimiento para prevenir la difusión de infecciones de un animal a otro.

En los animales embarcados con sus estómagos llenos resulta difícil evitar la difusión de la contaminación fecal. El manejo cuidadoso de los animales durante la carga y descarga evita situaciones de estrés o contusiones en los animales. Resulta importante el tiempo en tránsito de los animales o su alojamiento en los corrales del rastro, la prevalencia de infección por *Salmonella* se incrementa en animales que llegan al rastro cuando su transporte ha sido prolongado, así como su estancia en corrales, con bajos niveles de higiene (11, 14, 32, 55).

Existe la tendencia a no dar de comer a los animales que van a ser transportados para su sacrificio, sin embargo, los animales se comportan mejor cuando han recibido algo de alimento, este, es necesario como fuente de glucógeno, el cual se desdobra hasta ácido láctico durante la actividad muscular en anaerobiosis. La acidez del músculo al momento de la muerte del animal es un factor muy importante, ya que cuando falta, tarda en presentarse el rigor mortis, lo que resultará en carnes de consistencia dura, con pH alcalino que acelera el crecimiento bacteriano y la descomposición del producto (1, 38, 63).

Por el contrario, algunos ganaderos, para que sus animales den pesos mayores al momento de la venta, les proporcionan antes del transporte y sacrificio, cantidades de alimentos superiores a las que se dan en la ración habitual. Este proceder disminuye la higiene en todo el procesamiento de los animales, ya que un aparato gastrointestinal muy lleno se rompe fácilmente durante el proceso de la evisceración, con el consiguiente contacto de la carne con contenidos ruminales e intestinales arrojando elevadas cuentas bacterianas.

Los animales que arriban al rastro, generalmente están fatigados por lo que no se indica su sacrificio de inmediato debido a que las bacterias intestinales tienden a separarse del intestino e invadir los tejidos cuando el animal está cansado, se considera que por exceso de presión sanguínea, el sangrado del animal es imperfecto y la retención de sangre en las masas musculares hace propensa a la carne a una rápida descomposición; el efecto de la fatiga por el transporte produce menos acidez en el músculo y mayores pérdidas de peso hasta un 7% en el peso de las canales y el 30% del peso vivo del animal (11).

La proporción de animales portadores de *Salmonella* en descanso en los corrales puede ser incrementada antes del sacrificio; en cerdos se ha observado que el 7% es positivo en la granja y el 25% en los animales mantenidos alojados en los corrales. La literatura señala un 14% de animales positivos a salmonelosis cuando utilizaron más de 12 h para su transportación al rastro a diferencia del 10% de portadores que utilizó menos de 12 h (11, 14, 63).

El sacrificio humanitario de los animales domésticos para el abasto es de observancia obligatoria en México a partir de la publicación de la Norma Oficial Mexicana (NOM) respectiva en el Diario Oficial de la Federación el 16 de julio de 1996, y tiene por objeto establecer los métodos de insensibilización y sacrificio de los animales, con el propósito de disminuir su sufrimiento, evitando al máximo la tensión durante este evento (31).

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 las bacterias pueden ser introducidas al sistema circulatorio y de esta manera distribuirse hacia los músculos estériles de la canal (38, 39, 54).

La primera fuente de contaminación de la carne es la piel del animal que se esta faenando y las 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.

La carne se contaminará con microorganismos del tracto gastroentérico, si este no es retirado de inmediato de la canal(11).

Otra posible fuente de contaminación durante la preparación de la canal es el agua empleada para lavar las canales, manos y equipo. Algunos microorganismos de origen humano llegarán así a la carne, pero sí se observa un grado de higiene razonable, la contaminación de estos orígenes es prácticamente baja comparada con la que procede del propio animal; con frecuencia se ha procurado limpiar las canales pero los procedimientos utilizados ejercen muy poco efecto en la contaminación microbiana.

Si las canales son enfriadas a temperatura ambiente, es decir a más de 15°C pueden desarrollarse los mesofilicos aerobios, incluyendo patógenos. Los despojos comestibles generalmente están mucho más contaminados que la carne de la canal y por lo tanto deben someterse a enfriamiento de inmediato. La Comunidad Económica Europea (CEE), exige un enfriamiento no mayor de 3°C (3).

Uno de los efectos en el control de la flora microbiana es la refrigeración y depende de varios factores, la refrigeración rápida a bajas temperaturas con aire a gran velocidad y baja humedad puede evitar el incremento de la carga bacteriana (22).

En una sala de deshuesado con temperatura controlada, la contaminación del ambiente y el crecimiento microbiano no deben contribuir significativamente a la carga microbiana de la carne. La principal fuente de contaminación es de esperar sea la superficie de las canales que van llegando y la que se va acumulando en el equipo como consecuencia de la mala higiene y no desinfección. Existen normas como las de la CEE, y en México la NOM-008-ZOO-1994, que exigen que las salas de despiece y deshuesado se mantengan a temperaturas no mayores de 10° C (3, 29).

Las bacterias patógenas que pueden encontrarse en la carne son Salmonella sp., C. perfringens, Yersinia enterocolitica, S. aureus, y ocasionalmente C. botulinum.

Los microorganismos productores de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) que más preocupan en la carne son Salmonella spp., C. perfringens, S. aureus, y probablemente E. coli enteropatógena (8, 56, 59, 60, 62).

Las salmonelas son probablemente los patógenos más problemáticos, los brotes de enfermedades originados por las salmonelas de la carne y de los productos cárnicos sobresalen en las estadísticas de enfermedades transmitidas por alimentos en diversos países y México no es la excepción.

Estudios previos en el rastro de Ferrería, en el D.F. y en el de Tlalnepantla, Edo. de México indican su alta contaminación ya que entre los gérmenes aislados se encontraron principalmente Salmonella sp. y coliformes, todos ellos causantes de enfermedades alimentarias en el humano (1)

Se ha observado que si el ganado se mantiene en ayuno, el rumen pierde acidez y las salmonelas se multiplican, si se reinicia la ingestión de alimentos las salmonelas desaparecen poco a poco en varias semanas (58). Es probable que la cantidad de animales que llegan al rastro con salmonelas aumente debido a la contaminación cruzada durante su mal manejo en el transporte y en los corrales de espera.

Los efectos del estrés del transporte han sido confirmados experimentalmente, la comprobación de un incremento en la proporción de portadores de Salmonella llevó al Reino Unido a reducir el período de permanencia en corrales a no más de 72 horas. En un estudio sobre la frecuencia de esta bacteria en carne de bovino

se observó que el 0.4% fueron positivas, resultado que muestra la situación corriente en establecimientos de sacrificio modernos (27).

El suponer que las salmonelas se localizan en la superficie de la canal es la única justificación del empleo de técnicas que implican el lavado o frotamiento con torundas para detectarlas. Es indudable que con estas técnicas no se detectan los microorganismos situados en la profundidad tisular de la canal (12).

El manejo de la carne en México, esta caracterizado por una serie de sistemas tradicionales, que si bien es cierto, han mantenido el abasto, no guardan correspondencia con los adelantos tecnológicos con los que se viene industrializando este producto en otros países (17).

En el territorio nacional se tienen cuantificados 1 145 rastros los cuales se clasifican de acuerdo a su régimen de propiedad en 609 municipales (53.2%); 404 privados (35.3%); 84 plantas Tipo Inspección Federal-TIF (7.3%) y 48 mataderos (4.2%).

En México se considera que un rastro es un establecimiento que cuenta con instalaciones y equipo para el faenamiento de las especies animales de abasto y un matadero es un lugar techado o al aire libre donde se sacrifican los animales, por ejemplo un bovino es amarrado de los cuernos o afrontinado a un árbol donde se degulla sin previa insensibilización. El número de mataderos considerados (48 unidades) es una muestra de la realidad de su operación, en general clandestina, por lo que es muy difícil estimar la cantidad real de las instalaciones y su localización (17). Por ejemplo, en el Estado de Puebla, un estudio realizado revela que existen 14 rastros municipales, 48 particulares y 1475 mataderos (28).

El consumo de carne de bovino es mayor al de carne de otras especies animales y representa el 38.45 %. El consumo total per cápita anual de carne de bovino de 1988 a 1994 muestra un ligero crecimiento de 16.0 a 17.0 kg . El 20 % de la producción nacional se sacrifica en plantas TIF y el 80 % restante en la infraestructura municipal y privada. La zona metropolitana de la Ciudad de México consume cerca del 40 % de esta producción, donde las plantas TIF aportan en promedio el 20 % . De acuerdo a sus características de construcción y operación más de 1 000 rastros operan en el país bajo las características representativas de un rastro municipal (33).

Para su selección, se consideró que el estudio de un rastro municipal en el Estado de México, si bien no sería representativo del proceso que se realiza en los rastros con características municipales de todo el país, si podría ofrecer una idea general de las particularidades del manejo de la carne y contribuiría a enriquecer las experiencias en la aplicación del método de Análisis de Riesgos y Puntos de Control Críticos (ARPC) para mejorar la calidad sanitaria del abasto de carne. El

rastró municipal seleccionado para el presente estudio fue inaugurado hace 20 años para satisfacer la demanda de carne de bovino y porcino en el área metropolitana y conurbada de la Ciudad de México. En este establecimiento de sacrificio, se faenaron 98,116 cabezas de enero a diciembre de 1995, es decir, 8176 cabezas al mes y en promedio diario considerando 20 días laborables del mes, la cantidad de animales sacrificados fue de 409. De enero a junio de 1996 el número de animales sacrificados fue de 40,749 con un promedio mensual de 6791 y sacrificio diario de 339 cabezas.

El método de Análisis de Riesgos y Puntos de Control Críticos; en el idioma inglés (Hazard Analysis and Critical Control Point, HACCP), ayuda a asegurar la calidad y la inocuidad de los alimentos, el cual básicamente describe un planteamiento preventivo y de control. El ARPCC es una aproximación sistemática, razonada y ordenada que proporcionará un grado de confianza suficiente, en el sentido de que un alimento cumplirá con las exigencias de seguridad que de él se esperan. Los riesgos se identifican a través de observaciones, datos experimentales o estadísticas epidemiológicas y se seleccionan las medidas a implementar para disminuir los riesgos o marcar límites aceptables para estos cuando no es posible eliminarlos.

El ARPCC proporciona 7 principios que son la base con la cual puede apoyarse el procesador de alimentos para aplicar este método de control de calidad en la elaboración de un alimento. Cada principio es una etapa dirigida hacia la obtención de productos de calidad.

Es importante mencionar que los procedimientos de monitoreo seleccionados, deben ser capaces de detectar una situación fuera de control, para rectificar oportunamente y llevar de nuevo a la producción dentro de los límites establecidos.

El sistema ARPCC apropiadamente empleado en todos sus procedimientos tendrá el potencial para reducir las oportunidades de crecimiento de patógenos, además de reducir el riesgo de adquirir enfermedades transmitidas por alimentos, así como el de asegurar la destrucción de formas patógenas entéricas y otros microorganismos que no son eliminados a través de procedimientos de cocción o congelación apropiadas (9, 37, 57, 59).

El Análisis de Riesgos consiste en identificar los peligros potenciales y evaluar su gravedad; un Punto de Control Crítico (PCC) es un lugar, práctica, procedimiento o proceso en el que puede ejercerse un control sobre uno o más factores que al ser controlados, puede reducirse al mínimo o eliminar un peligro o riesgo. Una sola operación en un PCC puede eliminar completamente uno o más riesgos microbiológicos (Anexo 1).

El ARPCC es un sistema que no viene a substituir a las buenas prácticas de manufactura, ni a los programas establecidos de higiene y desinfección en las empresas, ya que este método desarrollado para cada alimento y para cada producto individual independientemente de sus condiciones de proceso y distribución, de no llevarse a cabo de manera rutinaria la instrumentación de las buenas prácticas de higiene y sanidad, no puede iniciarse el proceso de aplicación del ARPCC debido a que sin estas buenas prácticas se incrementan los PCC lo que resulta en una mayor inversión (38, 40, 44).

I.2 JUSTIFICACION.

Aquellos productos que presentan peligros microbiológicos generalmente suelen ser consecuencia de errores en el proceso de elaboración. La detección de estas desviaciones, su rápida corrección y su prevención anticipada, son el principal objetivo de cualquier método de garantía de la calidad.

Aquellos establecimientos que se preocupan por controlar los peligros que se pueden presentar en su proceso requieren de nuevas tecnologías que permitan tener un control más amplio sobre todo el proceso de alimentos destinados al consumo humano.

El Sistema ARPCC propuesto en ésta investigación puede ser aplicable a todas las operaciones del proceso de un alimento, desde su producción, procesamiento, distribución y finalmente la manipulación por el usuario final, logrando la inocuidad y calidad de tales productos (15, 57).

La frecuencia de las ETA es alta en México, permanecen entre las principales causas de morbilidad, ocupando el segundo lugar entre las enfermedades transmisibles de notificación obligatoria, la tendencia de morbilidad es ascendente, los datos de los últimos años indican que el 30% de los casos notificados en el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica corresponde a enfermedades transmitidas por alimentos (60).

Los rastros y mataderos en México cuentan con deficiencias que se ven reflejadas en los brotes de ETA en humanos y en las cuentas bacterianas producto de muestreos.

En otros países se ha demostrado que el ARPCC, es un procedimiento apropiado para lograr una carne con calidad sanitaria (15, 18, 57, 59).

En México no se ha llevado a la práctica la aplicación del ARPCC en los rastros municipales tipo, debido a las condiciones actuales en las que se encuentra la gran mayoría, lo que implica personal capacitado y una mayor inversión, además de que no existe interés por parte de los administradores y propietarios de los mismos, principalmente por desconocimiento del tema.

Es necesario desarrollar más estudios al respecto y de manera sistemática, y lograr concientizar a todas aquellas personas involucradas en los procesos productivos, sobre el impacto de la falta de inocuidad y calidad de la carne en la Salud Pública.

I.3 OBJETIVOS

- 1.- Identificar los riesgos bacterianos por *Salmonella* sp. y *C. perfringens* como patógenos seleccionados; Mesofílicos aerobios y Coliformes fecales como indicadores sanitarios en el proceso de faenado de bovinos para el abasto utilizando el Método del Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos en un rastro municipal tipo, en el Estado de México.
- 2.- Determinar las buenas prácticas de higiene y sanidad más importantes para prevenir la incidencia del riesgo.
3. Determinar los puntos críticos y de control para reducir o eliminar los riesgos.
- 4.- Proponer métodos de control de riesgos en los rastros, a fin de disminuir las posibilidades de contaminación de la carne.

II. MATERIAL Y MÉTODOS.

A) Tipo de estudio.

Observacional, descriptivo, transversal y prospectivo (19).

B) Ubicación de espacio.

El estudio se llevó a cabo en un rastro municipal tipo para el faenamiento de bovinos ubicado en el Estado de México.

El análisis bacteriológico de las muestras se realizó en el Laboratorio Nacional de Salud Pública de la Secretaría de Salud, localizado en Calzada de Tlalpan N° 4492, Col. Toriello Guerra en México, D.F. y en el Laboratorio Estatal de Salud Pública en el Estado de Guerrero, ubicado en Acapulco, Gro.

C) Universo de trabajo.

Lo constituyeron las muestras para análisis microbiológicos: carne, agua, superficies vivas, superficies inertes y ambiente laboral, colectadas en dos faenamientos llevados a cabo en fechas diferentes.

Previo al desarrollo del estudio se realizaron dos visitas de reconocimiento al rastro con objeto de evaluar sus condiciones sanitarias, mediante la aplicación de un cuestionario y conocer el diagrama de flujo real de la planta o su sistema de proceso.

La identificación y selección de posibles fuentes de contaminación en dicho proceso, previo al desarrollo del estudio, se realizó mediante el diagrama causa-efecto o de Ishikawa (Anexo 2).

El diagrama de causa-efecto o de Ishikawa también recibe el nombre de espina o esqueleto de pescado, es una de las técnicas de análisis para la solución de problemas. Si deseamos saber cuál es el problema más importante podemos elaborar un diagrama de Pareto, que nos indica qué debemos resolver primero en términos de su contribución al problema (6).

D) Diseño y tamaño de la muestra.

Se llevaron a cabo dos muestreos cada uno en cada proceso de faenamiento, el primero se realizó el 10 de julio de 1996 y el segundo el 24 de julio de 1996.

Se desarrolló un diagrama causa-efecto para sistematizar las causas de contaminación de los patógenos seleccionados (*Salmonella* sp. y *C. perfringens*) y los indicadores sanitarios (Mesofílicos aerobios, Coliformes totales y Coliformes fecales), agrupándolos en materia prima; métodos y procedimientos; operarios; maquinaria, equipo y utensilios; y medio ambiente; revisando el diagrama de flujo del proceso se identificaron aquellas causas más importantes de contaminación, las que requerían su confirmación a través del análisis de laboratorio (Anexo 2).

En la causa animal en pie y subcausas; ducha del animal; Insensibilización; cortes de separación (cabeza y patas) no se toman muestras debido a que en las tres primeras fases el organismo vivo está en autocontrol y posteriormente al deguello se inicia el proceso de faenamiento de la canal.

Por lo tanto se diseñó el cuadro de estratificación para el tipo de contaminación bacteriana (Cuadro 5), fueron colectadas muestras de:

- 1.- Carne después del desollado.
- 2.- Carne después del eviscerado.
- 3.- Carne después del lavado final.
- 4.- Carne en la cámara frigorífica.
- 5.- Agua de la red pública o pozo.
- 6.- Agua de la cisterna.
- 7.- Agua de la manguera para lavado de canales.
- 8.- Superficies vivas, las manos de tres operadores que tienen contacto directo con la carne.

- a)- Manos del operario que realiza el sangrado del animal
- b)- Manos del operario que realiza el desollado inicial
- c)- Manos del operario que realiza el eviscerado de la canal

9.- Superficies inertes que tienen contacto directo con la carne:

- a)- cuchillo de sangrado,
- b)- cuchillo del desollado
- c)- cuchillo del eviscerado
- d)- sierra para el partido de la canal.

Para la determinación de mesofílicos aerobios (UFC/sup) y *Salmonella* sp.

- 10.- Ambiente (aire) de las áreas de:
 - a)- desollado y evisceración
 - b)- lavado final
 - c)- refrigeración.

Para la determinación de mesofilicos aerobios UFC/24 h.

E) Unidades de observación y criterios de inclusión.

El tamaño de la muestra se determinó según el método de muestreo para Análisis Microbiológico de la Comisión Internacional sobre Especificaciones Microbiológicas de Alimentos, ICMSF (Cuadro 3).

La decisión entre los programas de 2-clases y 3-clases estriba en si se puede permitir la presencia de una muestra positiva en cualquiera de las unidades de muestra. Si la respuesta es negativa se usa un programa de 2-clases, con un $c=0$. Si la respuesta es positiva, puede aplicarse un programa de 2 o 3-clases, pero se recomienda el de 3-clases (13; Cuadro 3).

Cualquier miembro del género Salmonella representa cierto grado de peligro para la salud humana, la mayoría de sus serotipos representan un peligro directo moderado, que a través de la contaminación cruzada y la multiplicación, puede difundirse fácilmente por los alimentos. El número en la incidencia de estos microorganismos, pueden y deben ser bajos. Los alimentos que representan un peligro de enfermedad mínimo se analizan para detectar Salmonella sólo cuando hay una causa especial de interés.

Los alimentos se han distribuido en categorías de acuerdo con el grado de peligro que representan, porque la mayoría de los esfuerzos en el control de alimentos se ha de dirigir a las áreas de mayor riesgo. A cada categoría se le ha asignado un método riguroso adecuado para decidir la aceptabilidad del producto final, por ejemplo la categoría 12 expresa un riesgo mayor, donde las condiciones de uso puede favorecer la difusión y/o la multiplicación, y por ello se necesita un muestro más riguroso (13).

Ya que la ausencia de Salmonella es el criterio de aceptación preferido ($c = 0$), la severidad del análisis se aumenta normalmente elevando el número de unidades para el muestreo, el cuadro 3 indica los programas de toma de muestras recomendados para las distintas categorías, con grados de severidad relacionados con el peligro expresado por las mismas (13)

Toma de la muestra.

El procedimiento para la toma de muestra y su manejo durante el transporte y en el laboratorio, se determinó de acuerdo a los manuales del Laboratorio Nacional de Salud Pública y las Normas Oficiales Mexicanas en materia (35, 36, 41, 45).

Toma de muestras para organismos patógenos

Salmonella sp.

De cada lote de canales se muestrearon 20 para detección de Salmonella sp. dado que esta bacteria se clasifica como un microorganismo moderadamente peligroso de difusión potencialmente extensa y las condiciones normales en las que fue manipulada la canal puede aumentar su peligrosidad, por lo que esta considerada como categoría 12, muestreo de dos clases, la n determinada será igual a 20 y el número máximo de unidades de muestras rechazables deberá ser igual a cero (categoría 12, 2 clases n=20, c= 0); (13; Cuadro 3)

- 1.- Carne después del desollado (se muestrearon 20 canales por lote en dos procesos de faenado hacen un total de 40, se tomaron las muestras de la región del cuello en el área de corte , para la separación de la cabeza, músculos esternocefálico, braquiocefálico y esternohioideo)
- 2.- Carne después del eviscerado,(músculos de la región del cuello, esternocefálico, braquiocefálico y esternohioideo)
- 3.- Carne después del lavado final, (de la región abdominal ventral, área interna de la canal, músculos psoas menor y mayor, y diafragma, comúnmente conocido como gallito)
- 4.- Carne en la cámara frigorífica, (de la región abdominal ventral, músculos psoas menor y mayor y diafragma " gallito "), en esta región se tomaron muestras de cinco canales en dos procesos de faenado o sacrificio que hacen un total de diez, porque las condiciones reducen el grado de peligrosidad de Salmonella sp. (Categoría 10; 2 clases n= 5, c= 0).

El total de las muestras de carne fue de 130 de 500g cada una, tomadas de la canal colgada en los rieles, en bolsas de plástico identificadas y conservadas en refrigeración hasta su arribo al laboratorio.

La toma de muestras para la detección de Salmonella sp. en manos de los operarios fue como sigue: se tomaron muestras en los dos procesos de faenamamiento, de acuerdo a la categoría 10, 2 clases, n=5, c=0. Se utilizó la técnica del hisopado y como medio de transporte se usaron tubos con tapón de rosca con 100 ml de caldo peptonado al 0.1%.

La toma de muestras para la detección de Salmonella sp. en equipo y en utensilios en contacto directo con la canal fue como sigue: (Categoría 10, 2 clases, n=5, c=0).

Considerando a los cuchillos en contacto con la carne y la sierra para el partido de la canal. Se utilizó la técnica del hisopado para la toma de las muestras y como medio de transporte se empleó 100 ml de caldo peptonado al 0.1%.

C. perfringens

Se clasifica como un microorganismo de riesgo moderado, de difusión limitada por lo que recae en la categoría 9; 3 clases $n= 10$, $c= 1$, en este estudio la $n = 20$.

Toma de muestras para indicadores sanitarios

Coliformes fecales.

Se consideran indicadores sanitarios por lo que se clasifican en la categoría 6, 3 clases, $n=5$, $c=1$.

Mesofílicos aerobios.

Para los organismos indicadores como los mesofílicos aerobios el peligro para la salud es bajo e indirecto (indicadores sanitarios) categoría 6; 3 clases, $n= 5$, $c= 1$, todos estos parámetros de acuerdo a las condiciones que pueden aumentar la peligrosidad (13).

Agua

Se tomaron cinco muestras de agua por cada proceso de faenamiento de tres áreas diferentes: pozo, cisterna y del agua de la ma. uera para el lavado de las canales.

Las constantes fisicoquímicas de cloro total, cloro libre, dureza total como CaCO_3 , alcalinidad total y pH del agua utilizada por cada proceso de faenamiento, fueron tomadas con tiras reactivas de Aquachek (Environmental Test Systems, Inc. P.O. Box 4659 Elkhart, Indiana 46514).

Superficies vivas

Se tomaron por cada proceso cinco muestras de las manos de tres operadores, por medio de la técnica del hisopado considerando toda la palma de la mano y el dorso.

Superficies inertes

Se tomaron por cada proceso cinco muestras para determinación de *Salmonella* sp. y tres muestras para la determinación de Mesofílicos aerobios.

Ambiente

Se tomaron tres muestras por cada proceso para la determinación de Mesofílicos aerobios UFC/24 h.

En resumen las muestras tomadas en el rastro en las diferentes áreas fueron:

- a)- Area de sangrado (Superficies vivas, superficies inertes)
- b)- Area de desollado (Carne, superficies vivas, superficies inertes, ambiente).
- c)- Area de evisceración (Carne, superficies vivas, superficies inertes, ambiente).
- d)- Area de lavado de canales (Carne, ambiente, agua).
- e)- Area de refrigeración (Carne, ambiente).

El total de muestras colectadas fue de 272 y 462 determinaciones (Cuadro 4).

F) Análisis de riesgos.

Se identificaron los riesgos potenciales presentes, las fuentes y prácticas específicas de contaminación durante el flujo de operación del procesamiento de la carne por medio de pruebas microbiológicas y se estableció la frecuencia de los riesgos identificados (13, 37; Anexo 1; Cuadros 1, 2).

Pruebas microbiológicas:

- 1.- Cuenta de bacterias mesofílicos aerobios (47)
- 2.- Número Más Probable (NMP) de microorganismos coliformes fecales (42, 46).
- 3.- Cuenta de *Clostridium perfringens* (2, 23)
- 4.- Determinación de *Salmonella* (43).

G).- Análisis de resultados

Se aplicó estadística descriptiva como: frecuencia de presentación de los microorganismos (riesgos), así como promedios, desviación estándar y análisis de varianza por bloques (24, 61). Los diagramas fueron realizados en Excell 6.0 paquetería Microsoft Words.

Para la interpretación de resultados se utilizaron las siguientes herramientas: diagrama causa-efecto, estratificación y diagramas de pareto (6).

III RESULTADOS

Con los datos de las dos visitas de reconocimiento se preparó un diagrama del flujo real del proceso de faenado de bovinos para el abasto en el rastro (Cuadro 1) y se levantó en cada ocasión el cuestionario sobre condiciones sanitarias del establecimiento para su evaluación. El resultado obtenido en el primer faenamamiento fue de 37% de cumplimiento en materia sanitaria y para el segundo faenamamiento fue del 32% de cumplimiento (Cuadros 7,8).

De la evaluación en campo, se desprende que durante la revisión documental de las guías sanitarias del ganado que arriba al rastro para su sacrificio, se observó que en el periodo comprendido entre el 22 de Junio al 25 de Julio de 1996 arribaron 6,423 bovinos de diferentes edades, siendo los Estados de Veracruz y Chiapas de donde se envió la mayor cantidad de animales al sacrificio con 2,720 y 2,404 animales respectivamente. Lo que indica un viaje superior a los 300 km y más de 12 horas de recorrido, los municipios de Veracruz que mayormente aportaron ganado para el sacrificio para este periodo fueron las Choapas (425), Martínez de la Torre (321) y Playa Vicente (192); y del Estado de Chiapas los municipios fueron Juárez (577), Palenque (572) y Pichucalco (414); se mencionan los municipios para indicar las largas distancias recorridas continuamente por los introductores de ganado bovino a este rastro, en detrimento del manejo humanitario de los animales durante el transporte y que redundan en la calidad sanitaria del producto terminado.

Se determinaron durante el faenamamiento de canales de bovino para el abasto los siguientes PCC: sangrado, desollado, eviscerado, lavado final de canales y refrigeración (Cuadro 2). Su determinación se hizo en función de las siguientes evaluaciones o análisis.

Los análisis microbiológicos realizados en 40 muestras de carne de bovino en canal, procedentes de los dos procesos de faenamamiento, después del desollado, después del eviscerado y después del lavado final de la canal para un total de 120 muestras, así como, en 10 muestras de carne de bovino en canal bajo condiciones de refrigeración mostraron los resultados siguientes:

Para la carne después del desollado en los dos procesos de faenamamiento se encontraron cuatro muestras positivas a *Salmonella sp.*, en la carne muestreada después del eviscerado se encontraron dos muestras positivas a *Salmonella* en el proceso uno; y al análisis microbiológico de las muestras de carne después del lavado final se encontró una muestra positiva en el proceso de faenamamiento dos

en la carne en refrigeración no se aisló *Salmonella sp.* (Cuadro 10; figuras 1, 2, 3).

En relación a *Clostridium perfringens* se detectó su presencia en las muestras de carne en canal en el primer proceso, después del desollado, después del eviscerado y después del lavado final; para la carne en refrigeración estuvo presente en las muestras de ambos procesos (Cuadro 10; figuras 1, 2, 3,4).

Los análisis microbiológicos realizados en 10 muestras procedentes de dos procesos de faenamiento: Agua (pozo, cisterna y manguera para el lavado de las canales) y Superficies vivas (manos del operador A en el área de sangrado; operador B en el área del desollado y operador C en el área de eviscerado); mostraron los resultados siguientes:

Los análisis microbiológicos realizados en 10 muestras de agua de pozo (cuadro 11); se observó diferencia estadística ya que el promedio de Mesofílicos aerobios (UFC/ml) fue mayor en el segundo proceso; el promedio general en la determinación de Mesofílicos aerobios fue de 288 UFC/ml y de Coliformes totales de 14 NMP/100 ml. En cuanto a la cantidad de Coliformes totales (NMP/100 ml) se observó la misma tendencia, los coliformes totales fueron más elevados en el segundo proceso que en el primero ($P < 0.001$); no se observaron Coliformes fecales. En la figura 5, se nota claramente, que únicamente existió diferencia en cuanto a Mesofílicos aerobios.

En el agua de la cisterna (Cuadro 11) el proceso uno tuvo una cuenta más elevada de Mesofílicos aerobios que el proceso dos. Los datos muestran que hubo diferencia estadísticamente significativa al 3.9% de probabilidad.

En cuanto a Coliformes totales no existió diferencia, ya que el proceso dos tuvo mucha variación como se aprecia en la figura 6. No se detectó la presencia de Coliformes fecales. El promedio general para Mesofílicos aerobios fue de 417 UFC/ml y de Coliformes totales de 76 NMP/100 ml.

En el agua de la manguera para el lavado de las canales, en ambos procesos fue muy variable la cuenta de los Mesofílicos aerobios, por esta razón estadísticamente no existieron diferencias significativas ($P < 0.05$).

En relación a Coliformes totales (NMP/100 ml) si hubo diferencias ($P < 0.004$); ya que sólo en el primer proceso fueron aislados de manera constante. No se observaron Coliformes fecales para ningún proceso.

El comportamiento observado por los Mesofílicos aerobios en relación a Coliformes totales se puede apreciar en la figura 7. Los porcentajes de las

muestras de agua que cumplieron con la NOM-127-SSA1-1994, se pueden ver en la figura 8.

En cuanto al análisis fisicoquímico del agua que se utiliza en éste establecimiento, nos indica que el agua no recibe ningún tratamiento para garantizar la potabilidad de la misma, los resultados de sus determinaciones se muestran en el cuadro 6.

Los resultados microbiológicos de las superficies vivas, o manos del operario A localizado en el área de sangrado (Cuadro 12) muestran que el proceso dos fue significativamente diferente ($P < 0.039$) del proceso uno. La presencia de ésta bacteria patógena fue positiva en el 20% de las muestras y negativa en el 80% (figura 9).

Con respecto a las manos del operario B localizado en el área del desollado, (Cuadro 10), se determinó la presencia de Salmonella sp. en dos muestras en el proceso dos, como se muestra en la figura 10. En las manos del operario C localizado en el área de eviscerado (Cuadro 12) no se detectó la presencia de Salmonella sp.

Los resultados de los análisis microbiológicos en 10 muestras de superficies inertes, mostraron Salmonella sp. en el cuchillo del sangrador en el segundo faenamiento, habiéndose encontrado una diferencia con una probabilidad de ($P < 0.139$). En relación a la determinación de Mesofílicos aerobios, se observó que el promedio general fue de 583, 333 UFC/sup y los niveles más elevados fueron observados en el primer proceso (Cuadro 13) . En la figura 11 se muestran gráficamente estas cantidades. Los resultados de los análisis para Salmonella sp. del cuchillo del desollador se muestran en el Cuadro 13.

En cuanto a Mesofílicos aerobios, el promedio general fue de 535 000 UFC/sup, en el segundo proceso se observó una cuenta más elevada que en el primero ($P < 0.139$). La figura 12 muestra las diferencias entre uno y otro proceso.

En el cuchillo del eviscerador (Cuadro 13), no se detectó Salmonella sp. y el promedio general de Mesofílicos aerobios fue de 292 383 UFC/sup., la probabilidad es de ($P < 0.348$). En la figura 13 se muestra el comportamiento de los mesofílicos aerobios para los dos procesos.

En el Cuadro 13 se muestran los resultados microbiológicos de la sierra para el partido de la canal; no se detectó Salmonella sp. El promedio de Mesofílicos aerobios fue 39 111 103 UFC/sup., y fueron más elevados en el proceso dos ($P < 0.128$), mismo que se observa con claridad en la figura 14.

En el Cuadro 14 se muestran los resultados microbiológicos del medio ambiente (aire), del área de desollado y evisceración, que en la planta prácticamente están contiguas. Para los dos procesos el promedio general fue de 272 UFC/24 h, con diferencia altamente significativa ($P < 0.001$) para una cuenta mayor en el proceso dos (Figura 15)

En el Cuadro 14 se muestran los resultados microbiológicos del medio ambiente en el área del lavado final de las canales, en los que no hubo diferencias estadísticas entre procesos para la cuenta de Mesofílicos aerobios. Los resultados para estas bacterias se muestran en la figura 16.

En el Cuadro 14 se muestran los resultados microbiológicos del ambiente del área de refrigeración para los dos procesos, en donde existió diferencia para Mesofílicos entre procesos. En la figura 17 se muestra claramente estas diferencias.

Por otra parte se prepararon los cuadros de estratificación para la esquematización de los diagramas de pareto, para *Clostridium perfringens* NMP/g en carne; Mesofílicos aerobios y Coliformes totales para el agua de pozo, cisterna y manguera; Mesofílicos aerobios para superficies inertes y Mesofílicos aerobios para medio ambiente (Cuadros 15, 16, 17 y 18).

Los respectivos diagramas de pareto se muestran en las figuras 18, 19, 20, 21 y 22.

IV. DISCUSION

Las muestras de carne fueron positivas a Salmonella sp. después del desollado, eviscerado y aún después del lavado final de las canales, lo que se puede deber a varios factores: al sistema de crianza y transportación de los animales al rastro, a la contaminación de la canal durante el faenamiento y la manipulación no higiénica. Se ha comprobado que el principal reservorio de la Salmonella es el intestino del hombre y de los animales, a la ausencia de puntos de control críticos o sin un control adecuado.

La carne se contamina a partir de la presencia de materia fecal en la piel del animal y del contenido intestinal de los animales cuando es derramado en la etapa de evisceración. Estudios recientes en México indican que el serotipo de Salmonella sp. mayormente aislado en carne cruda de bovino es el de S. thyphimurium (26). Por lo que para evitar la presencia de Salmonella sp., las medidas preventivas se deben encaminar a los diferentes eslabones de la producción, en particular durante la crianza de los animales, transportación y en el proceso de faenado, así como durante la elaboración de los productos cárnicos.

La atención principal a la presencia de Salmonella sp. en la carne debe estar encaminada a evitar la contaminación del producto terminado, por lo que deberá observarse un efectivo control higiénico del equipo y de los trabajadores que manipulan el producto, además deberá existir una separación física entre zonas sucias y limpias para evitar la contaminación cruzada (25).

Por lo tanto tomando en consideración las observaciones indicadas, es necesario aplicar un estricto programa de higiene y desinfección en las instalaciones y equipo del rastro municipal, el ganado debe ser bañado antes de su sacrificio en la manga de ingreso al rastro, en el área de sangrado debe existir un esterilizador con agua a 82°C con objeto de que los cuchillos utilizados para el degüello sean desinfectados para cada animal, en esta área debe existir un drenado eficiente de la sangre e ingesta del animal. Por otra parte el operador de esta área, debe utilizar el gancho separador de esófago con objeto de hacer el amarre del mismo para evitar el regreso del contenido ruminal. A la separación de la cabeza, se procederá a la eliminación de los cuernos, ya que no se lleva a cabo en este rastro. La cabeza debe ser lavada y limpiada, para ser presentada para su verificación colgada en el gancho de cabezas con la lengua expuesta, hecho que tampoco se realiza en esta planta.

El lavado de las manos del personal debe ser sistemático después de manipular cada animal, por lo que el accionamiento del lavamanos será con sistema de

pedal y deberán contar con agua fría y agua caliente, dispensador de jabón líquido y toallas secadoras desechables o secador automático, y solución desinfectante. Los lavamanos y esterilizadores deberán contar con un drenaje adecuado evitando taponamientos. En el área de ingreso a las zonas limpias del establecimiento deberán utilizarse tapetes sanitarios.

El personal que se encuentra en el área de faenamiento por ningún motivo deberá manipular o empujar las canales después de que han sido desolladas, verificadas y lavadas y separadas en medias canales, así como también debe evitarse el cruce de personal bajo el riel de canales colgadas o realizar maniobras que incrementen la contaminación cruzada.

En relación a la detección de *C. perfringens*, se observó su presencia durante el proceso, después del desollado, después del eviscerado, después del lavado final y en refrigeración en las muestras de carne del primer proceso y para el segundo proceso se observó en la carne en refrigeración. Todas las muestras positivas a *C. perfringens* tienen cuentas que exceden la normatividad.

La presencia de *Salmonella sp.* y de *C. perfringens* en la carne, la convierte en un riesgo frecuente de alta ocurrencia para la Salud Pública, y es necesario someterla a un proceso de cocción adecuado que garantice su destrucción.

En un experimento llevado a cabo en España al monitorear la higiene de canales de bovino, se observó que las cuentas totales de coliformes fueron más elevadas en los utensilios y equipos usados para el desollado y evisceración de las canales, las cuentas menores fueron en la sierra usada para el partido o rajado de las canales. Las cuentas de clostridios reductores de sulfitos fueron más elevadas en el equipo de despielado, las más bajas en el equipo para evisceración y lavado de la canales, en estos casos no se encontró *Salmonella*, concluyéndose que el desollado de las canales presenta el mayor problema en cuanto higiene (4).

En un estudio realizado para conocer en que parte de la canal se observaban las cuentas más elevadas de microorganismos, se encontró que en el área de la línea media (región ventral) las cuentas fueron más elevadas para mesofílicos aerobios y enterobacterias (64); la aplicación de estrictas medidas de higiene y su monitoría sistemática, permiten la reducción de la incidencia de *Salmonella sp.* (20). Inclusive se considera que los patógenos de la carne pueden ser controlados primariamente en el rastro (18).

Después de su faenamiento las canales deben ser enfriadas inmediatamente. Desde el punto de vista higiénico y para evitar contaminación cruzada es importante que las canales no sean trasladadas hacia la cámara de refrigeración por el mismo personal que ha participado en el proceso de sacrificio.

En lo que compete al agua utilizada en el procesos de faenamiento se determinó que la principal fuente de contaminación por Mesofilicos aerobios fue el agua de la manguera para el lavado final de las canales y en cuanto a la determinación de Coliformes totales fue el agua de la cisterna; no se observaron Coliformes fecales. La mayoría de las cuentas determinadas de Mesofilicos aerobios y de Coliformes totales de las muestras de agua exceden los límites máximos permitidos por la NOM- 127-SSA1-1994 (49; Figuras 19, 20).

Se observó en este rastro que el agua de pozo, no recibe tratamiento alguno que garantice su potabilidad, es decir, actualmente no se filtra, ni se le adiciona cloro, situación corroborada por las muestras analizadas. Por lo que se recomienda su potabilidad por lo menos con cloro.

Para el lavado de las canales después del desollado y en el lavado final deberá tener una temperatura de 32 a 38°C; por otra parte deberá contar con presión suficiente 345-2070 kPa (3.515-21.090 Kg/cm²). Como enjuague bactericida se utilizará a temperatura ambiente y con 50 ppm de cloro a una presión de 70-275 kPa (0.703-2.812 Kg/cm²).

Las superficies vivas representan un riesgo durante la manipulación del producto ya que se aisló Salmonella sp. en las manos del operario A localizado en el área de sangrado y en el operario B localizado en el área de desollado; no se presentó en las manos del operario C localizado en el área de eviscerado. Es necesario implementar un adecuado programa de limpieza y desinfección tanto para las instalaciones y equipo como para el personal implicado

La presencia de Salmonella sp. en manos de los operarios indica serias deficiencias de la higiene del personal y de las instalaciones y equipo, por lo que es necesaria la introducción de lavamanos y esterilizadores de cuchillos en el área de sangrado, en el área donde da inicio del desollado de la piel de los miembros posteriores , además en esta área es necesario que sea ligado el recto de los animales a fin de evitar que en las etapas subsecuentes del faenamiento se incurra en contaminación de la carne con materia fecal.

Las superficies inertes también representan un grave riesgo de contaminación en el procesamiento de la carne. Los resultados obtenidos en esta investigación indican que todos los parámetros fueron superados, por lo que es necesario poner más atención a las buenas prácticas de higiene y sanidad ya que donde éstas no existen, el ARPCC simplemente no rendirá frutos (48).

El ambiente también contribuye a la contaminación, ya que en el área de proceso las instalaciones están prácticamente al aire libre y el faenamiento de las

diferentes especies animales se realiza en el mismo perímetro, por lo que es recomendable establecer criterios de control en las diferentes áreas de la planta y establecer límites físicos para las diferentes especies.

Es muy importante que en un rastro de cualquier característica cuente con un sistema de verificación sanitaria antemortem y postmortem con un profesional responsable porque de otra manera no serán eliminados o decomisados aquellos animales o sus partes enfermos o portadores de zoonosis de importancia en salud pública.

La verificación de las canales en un rastro siempre será antes de su lavado, con el objeto de que el Médico Veterinario aplique la determinación de retener la canal para su reinspección y decidir si la canal es decomisada o apta para consumo humano. En las observaciones realizadas en el rastro en cuestión la verificación se realizó después del lavado de la canal, por lo que es incorrecta (Cuadro 1).

Para disminuir la contaminación microbiológica en las canales es recomendable la ducha con agua caliente, vapor o soluciones desinfectantes.

Se ha investigado que el uso de agua caliente de 74 a 95°C puede reducir la microflora general de Mesofilicos aerobios presente en la canal, incluyendo miembros de la familia Enterobacteriaceae, inclusive *E. coli* 157:H7 puede reducirse a niveles del 84 al 99.9% (59).

El agua caliente aplicada por aspersion es más efectiva que aplicarla fría sobre la superficie de la canal, su temperatura será de 80°C durante 10 segundos, aunque el color de la carne puede tornarse a grisáceo, después de la refrigeración regresa a su coloración normal. Otro estudio indica que también puede ser efectivo para disminuir la carga bacteriana, la aplicación de vapor o agua a presión a 25 cm de distancia de la canal con una temperatura de 80 a 96°C por 2 minutos, esta aplicación será dentro de una cabina; la palidez de la canal o los cambios en su coloración son reversibles después de 24 h en la cámara fría (59).

Desde 1990 el Departamento de Agricultura de Estados Unidos ha determinado que los ácidos láctico, acético y cítrico pueden ser utilizados con seguridad como tratamientos antimicrobianos en el lavado de las canales.

Los ácidos orgánicos son efectivos a valores de pH de 5.5 y pueden manejarse niveles de reducción de bacterias contaminantes de la canal entre el 90 y el 99.9%; las bacterias encontradas en la canal después del sacrificio están presentes en una película adherida a la superficie de la canal y son fácilmente eliminadas con la aplicación de estos productos. En carne después de un periodo de refrigeración es muy difícil su eliminación.

La instalación de duchas para el lavado de las canales en las distintas etapas del sacrificio, incluso pueden ser higiénicamente desfavorables debido a que lo que se logra es una distribución de los microorganismos sobre la superficie de la canal (16), por lo que el agua utilizada para el lavado de las canales debe ser caliente y potable aplicada con presión suficiente y posteriormente aplicar un enjuague bactericida (59).

Un programa de control sanitario se aplica con el objeto de reducir la presencia de patógenos y de indicadores sanitarios en la carne; deberá incluir la adopción de procedimientos sanitarios estándares para la operación de faenamiento y su monitoría, contar con el programa sanitario de la empresa por escrito, realizar cuando menos un tratamiento antimicrobiano antes del enfriado de la canal y establecer estrictos controles de tiempo y temperatura en cámaras frías (Cuadros 8,9).

Los puntos críticos de control son: La verificación antemortem, la verificación post mortem y las áreas de sangrado, desollado, eviscerado, lavado final de canales y refrigeración, donde es necesario implementar las buenas prácticas de sanidad (Cuadro 2). De acuerdo a los diagramas de pareto, los problemas que deben resolverse primeramente son: La prevención de la presentación de *Salmonella sp.* en carne; *C.perfringens*. en carne en refrigeración; Mesofilicos aerobios en agua de la manguera; Coliformes totales en agua de la cisterna; Mesofilicos aerobios en la sierra para el partido de la canal y Mesofilicos aerobios en el ambiente del lavado de las canales (Figuras 18, 19, 20, 21, 22).

En resumen algunas de las buenas prácticas sanitarias que se pueden instrumentar para reducir los riesgos de contaminación mas importantes serian: (59; Cuadro 9)

Area de sangrado, la limpieza y desinfección de cuchillos con agua a 82° C (también se puede utilizar vapor), verificar que los obreros tengan las manos limpias, verificar la presencia de lavamanos en el área, con su esterilizador funcionando.

Area de desollado, evitar que la piel se enrolle hacia adentro, evitar que la piel contamine el dorso de la canal, esterilización de cadenas, con agua a 82°C.

Area de eviscerado, limpieza y desinfección de personal y equipo. Antes de la evisceración lavado de la canal con agua caliente y aplicación por aspersion de un bactericida.

Lavado final de canales, el lavado con agua caliente 32 a 38 °C, la presión será de 345-2070 KPa (3.515-21.090 Kg/cm²). Posteriormente enjuague con un bactericida por aspersión que puede ser un ácido orgánico al 1-2% con una temperatura de 46-54°C, o bien agua a temperatura ambiente con cloro a 50 ppm aplicados a la canal con una presión de 20-275 KPa (0.703-2.812 Kg/cm²).

Refrigeración, la temperatura de la carne debe ser < 7°C en 36 h, las canales deben estar en la cámara espaciadas 10 cm entre una y otra para permitir la libre circulación del frío.

V CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó la presente investigación, se concluye que la probabilidad de contaminación de las canales de bovino para el abasto durante su faenamiento es alta. Las deficientes condiciones higiénico-sanitarias de las instalaciones en las que son faenadas las canales, la falta y el mal funcionamiento del equipo, no garantizan la inocuidad de la carne. Su limpieza, desinfección y mantenimiento no se llevan a cabo de manera rutinaria, aunado a esta situación los operarios no cumplen con hábitos mínimos de higiene personal, además de que el agua contribuye de manera importante a la contaminación de las canales.

De acuerdo a los análisis microbiológicos efectuados, los riesgos bacterianos determinados fueron: En carne, presencia de *Salmonella sp* y *C.perfringens* fuera de norma. En agua, presencia de Mesofilicos Aerobios y Coliformes totales fuera de norma. En superficies vivas, presencia de *Salmonella.sp*; En superficies inertes, presencia de *Salmonella.sp.* y Mesofilicos aerobios fuera de norma. En cada una de las fases del faenamiento monitoreadas: después del sangrado, desollado, eviscerado, lavado final de canales y refrigeración existió un riesgo o peligro de contaminación por microorganismos patógenos e indicadores sanitarios.

Por lo que se recomienda la adopción de buenas prácticas sanitarias para la operación aplicados al faenamiento de las canales y su seguimiento por monitoría para prevenir o disminuir la contaminación microbiológica de la carne, a través del lavado de las canales antes de su evisceración y después de la verificación y lavado final, seguido de un enjuague con una bactericida considerando para ello la presión y temperatura del agua y la concentración del agente desinfectante, así como una adecuada refrigeración tomando en cuenta tiempos y temperaturas.

Los puntos críticos de control una vez aplicado un estricto programa de buenas prácticas sanitarias son: la verificación antemortem, verificación postmortem, el sangrado, el desollado, el eviscerado, la limpieza final de canales y la refrigeración. Es necesaria la instrumentación de la verificación con el fin de evitar que carne, vísceras o canales de animales enfermos o contaminados salgan del rastro para consumo humano.

Vale la pena señalar que en la implementación del sistema ARPCC, la determinación de los PCC debe hacerse bajo las siguientes consideraciones: la presencia del peligro potencial cuya evaluación nos permita calificarlo como un riesgo significativo; la implementación real de una medida preventiva o de control, la vigilancia frecuente o monitoría y la posible acción correctiva, por la posible pérdida del control. Esto en el sentido de que en el aspecto económico una mala

selección o exagerada determinación de PCC puede hacer la implementación del sistema incosteable.

El ARPCC aplicado al proceso mejorará la inocuidad y calidad sanitaria de las canales, una vez que sea instrumentado un programa de buenas practicas de higiene y sanidad en instalaciones, equipo y personal así como su capacitación para posteriormente proceder a implementar el sistema.

VI. LITERATURA CITADA.

- 1.- Aluja, S.A. : Factores de manejo y sacrificio que afectan a la producción de carne. Veterinaria, Méx. 14 (4) : 221-227 (1983).
- 2.- American Public Health Association: Compendium of methods for microbiological examination of foods. Marvin L. Speck (ed) Second Edition American Public Health Association, Inc. Washington, D. C. (1984).
- 3.- CEE : Directiva del Consejo del 29 de julio de 1991 por la que se modifica y codifica la Directiva 64/ 433/ CEE relativa a los problemas sanitarios en materia de intercambios intracomunitarios de carne fresca para ampliarla a la producción y comercialización de carnes frescas. Diario Oficial de las Comunidades Europeas. Bruselas, Bélgica (91 / 497 / CEE) (1991).
- 4.- Centeno, J.A., Franco, C.M., Bande, A.L. , Quinto, E., Cepeda, A. : Application of the HACCP system to Hygiene during processing of cattle carcasses. Anales de Bromatología. 42: 259- 265. (1990).
- 5.- Collins, C.H., Lyne, M.P. and J.M. Grange : Collins and Lyne's Microbiological Methods. Butterworth- Heinemann Ltd. Great Britain. pp. 222-223 (1995).
- 6.- Deming, W.E.:Quality, Productivity and Competitive Position. Ed. Massachusetts Institute of Technology. Center for Advanced Engineering Study 373 p. Cambridge, Massachusetts (1982).
- 7.- Escutia, S.I.: Inspección Sanitaria de la carne. Criterios de decomiso. Memorias del Diplomado en Higiene y Control de Calidad de la carne. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia . UNAM. pp. 134- 145 (1991).
- 8.- Gillespie , W. R : Current Status of Foodborne Disease Problem. In Current Concepts In Food Protection. Department of Health and Human Services. Public Health Service, Food and Drug Administration (FDA) Rockville, Maryland 20857 (1987).
- 9.- Gill, C.: Current and emerging approaches to assuring the hygienic condition of red meats. Canadian J. of Animal Science 75: 1-13 (1995).
- 10.-Food and Drug Administration (FDA). : Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins. Center for Food Safety and Applied Nutrition . U.S. Food and Drug Administration.Washington, D.C. 20204 (1993).

- 11.-Ingram, M.: La alimentación de los animales de carnicería antes del sacrificio. Revista Veterinaria Venezolana. 18: 1-19 (1965)
- 12.-International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF)::Ecología Microbiana de los Alimentos. Vol II. Productos Alimenticios. Editorial Acribia. Zaragoza, España. (1980).
- 13.-ICMSF : Microorganismos de los alimentos. Métodos de muestreo para análisis microbiológicos: Principios y aplicaciones específicas. International Association of Microbiological Specifications for Foods. Comisión Internacional sobre Especificaciones Microbiológicas de los Alimentos. Ed. Acribia, Zaragoza, España. Vol. 2 . (1982).
- 14.-ICMSF : El Sistema de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos: Su aplicación a las Industrias de Alimentos. International Association of Microbiological Specifications for Foods. Comisión Internacional sobre Especificaciones Microbiológicas de los Alimentos. Ed. Acribia, Zaragoza, España. (1988).
- 15.- Karr, K.J., Marezki, A.N., Knabel, S.J. : Meat and poultry companies asses USDA's hazard analysis and critical control point system. Food Technology 48: 117- 122 (1994).
- 16.-Kasprowiak, R., Hechelmann H.: Puntos críticos de higiene en los establecimientos de sacrificio, de deshuesado y de procesamiento de la carne. Fleischwirtsch, español (1) 42-52 (1993)
- 17.-Martínez, S.P.R.: Modernización de los rastros. Memoria del Tercer Encuentro Nacional de Rastros. Toluca, Mex. 8 y 9 de septiembre (1995).
- 18.-Mead, G. C.: Microbiological hazards from red meat and thier control. British Food Journal 96 (8): 33-36 (1994).
- 19.- Méndez, R.I, Namihira, G.D. Moreno, A. L. y Sosa de M.C.: El protocolo de investigación. Ed. Trillas, México, D.F. 2ª Reimpresión (1993).
- 20.-Mrvic-Jovicic, V.: HACCP in Control of Salmonellae on Cattle Slaughter Lines. Technologija-Mesa 33 (2): 46-56 (1992)
- 21.-Narayan, K.G., and Takacs, J.:Incidence of clostridia in emergency slaughtered cattle. Act Vet. Hung. 16, 345-350. (1960).
- 22.-Nottingham. P.M., and Wyborn, R.: Microbiology of Beef Processing. II. Chilling and ageing. N.Z.J. Agric. Res. 18, 23-27. (1975).

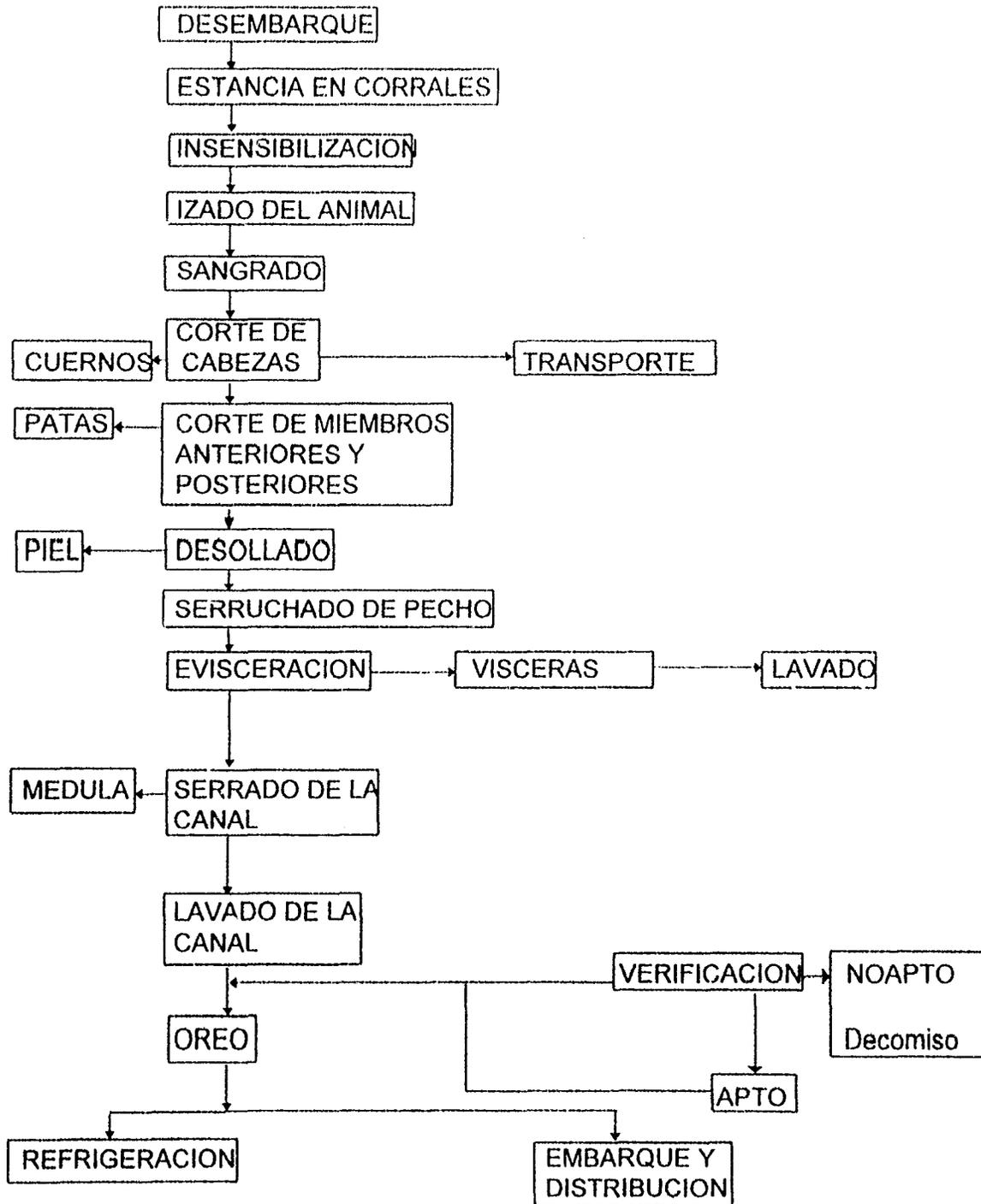
- 23.-Organización Panamericana de la Salud (OPS): Guía técnica para el estudio de evaluación del riesgo microbiológico de los alimentos vendidos en vía pública en ciudades de América Latina. OPS abril (1994)
- 24.-Olivares, S. E. .: Paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 1.4 Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, N. L. (1995)
- 25.-Reed, G. H.: Foodborne illness, II Salmonellosis. Dairy, Food and Environmental Sanitation 13 (12): 706 (1993).
- 26.-Ríos, N. C. R.: Análisis de Riesgo y Puntos Críticos de Control para el aseguramiento de la inocuidad en la producción de jamón cocido de una empacadora del Distrito Federal, en México. Tesis de Licenciatura. FMVZ-UNAM (1996)
- 27.-Roberts, T.A.: Establishing microbiological Guidelines. Inst. Meat. Bull Nª 94, 24-27. (1974).
- 28.-Rodríguez H.G., García A. J. C., Alvarez P .E.: Diagnóstico para la identificación de establecimientos destinados al sacrificio de animales en el Estado de Puebla. Reunión Anual de Salud Pública. Hotel Del Angel. Puebla, Pue. (1996)
- 29.-Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). : Norma Oficial Mexicana NOM- 008- ZOO- 1994, Especificaciones Zoonosanitarias para la construcción y equipamiento de establecimientos para el sacrificio de animales y los dedicados a la industrialización de productos cárnicos. Diario Oficial de la Federación. 16 de Noviembre, (1994).
- 30.-SARH. : Norma Oficial Mexicana NOM- 009- ZOO- 1994, Proceso sanitario de la carne. Diario Oficial de la Federación. 16 de Noviembre, (1994).
- 31.-Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural.-SAGAR : Norma Oficial Mexicana NOM- 033- ZOO- 1995. Sacrificio humanitario de los animales domésticos. Diario Oficial de la Federación. 16 de julio, (1996).
- 32.-SAGAR.: Proyecto NOM-000-ZOO-1996. Trato humanitario a los animales durante su traslado. Por publicarse en el Diario Oficial de la Federación(1996)

- 33.-SECOFI. . Modernización del Sistema de Distribución de Cárnicos. Propuesta para la incorporación de Salas de Deshuese en las Plantas de Sacrificio TIF (1996)
- 34.-Secretaría de Salud (SSA). : Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios. Diario Oficial de la Federación. 18 de Enero (1988).
- 35.-SSA. : Manual de Recomendaciones Generales para la preparación de Medios de Cultivo. Dirección General de Epidemiología. Laboratorio Nacional de Salud Pública. México, D.F.,(1989).
- 36.-SSA. : Procedimiento para el examen microbiológico de superficies y utensilios. Dirección General de Epidemiología, Laboratorio Nacional de Salud Pública. México, D.F. (1993)
- 37.-SSA.: Manual de Aplicación de Análisis de Riesgos, Identificación y Control de Puntos Críticos. Subsecretaría de Regulación y Fomento Sanitario. Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios. México, D.F., (1993).
- 38.-SSA.: Manual de Buenas Prácticas de Sanidad en Rastros Municipales. Subsecretaría de Regulación y Fomento Sanitario. Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios. México, D.F., Primera Reimpresión (1996).
- 39.-SSA.: Guía para la Verificación de un Rastro. Subsecretaría de Regulación y Fomento Sanitario Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios. México, D.F., Primera Reimpresión (1996).
- 40.-SSA.: Manual de Buenas Prácticas de Higiene y Sanidad. Subsecretaría de Regulación y Fomento Sanitario. Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios. México, D.F., (1993).
- 41.-SSA.: Proyecto NOM-109- SSA1- 1994, Bienes y Servicios. Procedimiento para la toma, manejo y transporte de muestras de alimentos para su análisis microbiológicos. Diario Oficial de la Federación, 4 de Noviembre (1994).
- 42.-SSA.: Norma Oficial Mexicana NOM- 113-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa. Diario Oficial de la Federación, 25 de Agosto (1995).
- 43.-SSA.: Norma Oficial Mexicana NOM- 114-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Método para la determinación de Salmonella en alimentos. Diario Oficial de la Federación. 22 de septiembre (1995).

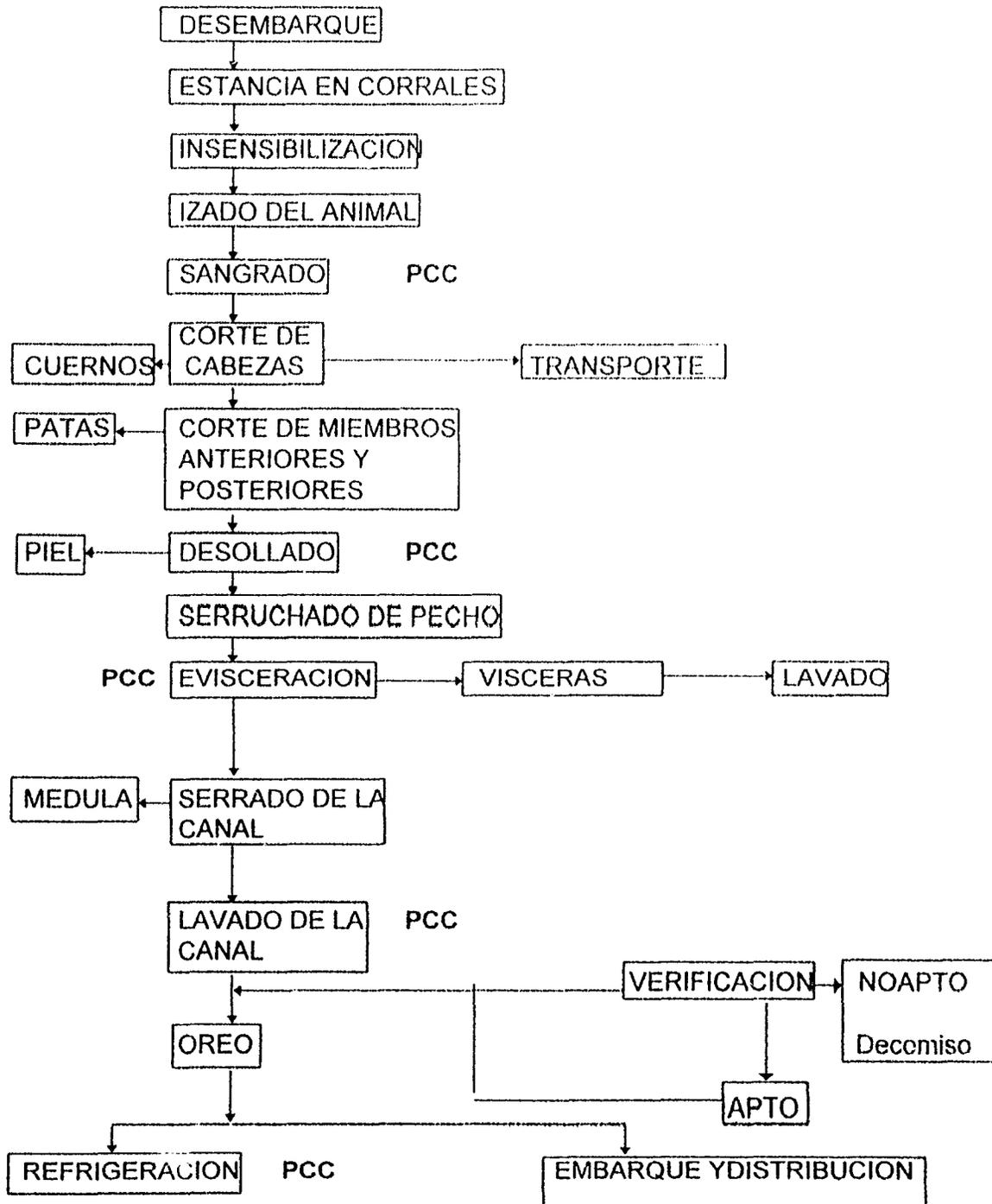
- 44.-SSA.: Norma Oficial Mexicana NOM- 120-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Prácticas de Higiene y Sanidad para el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas. Diario Oficial de la Federación. 28 de Agosto (1995).
- 45.-SSA.: Norma Oficial Mexicana NOM- 110-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológicos. Diario Oficial de la Federación. 16 de Octubre (1995).
- 46.-SSA.: Norma Oficial Mexicana NOM- 112-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del Número más Probable. Diario Oficial de la Federación. 11 de Octubre (1995).
- 47.-SSA.: Norma Oficial Mexicana NOM- 092-SSA1-1994 Bienes y Servicios. Método para cuenta de bacterias aerobias en placa, Diario Oficial de la Federación. 12 de Diciembre (1995)
- 48.-SSA.: Norma Oficial Mexicana NOM-093-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Prácticas de Higiene y Sanidad en la preparación de alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos. Diario Oficial de la Federación. 4 de octubre (1995)
- 49.-SSA.: Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud Ambiental, Agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Diario Oficial de la Federación. 18 de enero (1996)
- 50.-SSA.: Guía para la Verificación y Dictamen Sanitario de la Carne en Rastros Municipales. Subsecretaría de Regulación y Fomento Sanitario. Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios, México, D.F. (1996).
- 51.-SSA.: Epidemiología. Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica. Dirección General de Epidemiología, 13 (6): 1-20 (1996).
- 52.-SSA.: Epidemiología. Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica. Dirección General de Epidemiología, 13 (21) 1-20, Semana del 19 al 25 de mayo (1996)
- 53.-SSA.: Epidemiología. Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica. Dirección General de Epidemiología, 13 (36) 1-20, Semana del 1 al 7 de septiembre (1996)
- 54.-Swatland, J.H. : Structure and development of meat animals and poultry, Technomic Publishing Co., Lancaster, Pennsylvania. pp. 52-54 (1994).

- 55.-Thrusfield, M, Epidemiología Veterinaria. Butterworths and Co. Editorial Acribia, Zaragoza, España., pp. 147-148 (1990)
- 56.-United States Department of Agriculture (USDA) : Public Health Implications Associate With Microbial Contaminants and Food Safety FSIS-USDA: Missisipi State University (1987)
- 57.-USDA : Generic HACCP for Raw Beef. USDA National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods. Food Microbiological. 10: 449-488 (1993)
- 58.-USDA. : Poorly Fed Cattle. Food Chemical News. 37 (13): 2 y 60. (1995).
- 59.-USDA - FSIS : Pathogen Reduction; Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) Systems, Proposed Rule. Federal Register 9CFR part 308 et al, February 3, (1995).
- 60.- Vargas, G.R.: Epidemiología de las enfermedades transmitidas a través de los alimentos (ETA). Situación actual en México. Memorias del curso de actualización en higiene y calidad de la carne. FMVZ. UNAM. División de Educación Continua pp. 142-159.(1996)
- 61.-Walpole & Hyers.: Probabilidad y Estadística. Mc. Millan Publishing Company 4ª ed. (1990)
- 62.-World Health Organization. Microbiological Criteria for Foods. Summary of Recommendations of FAO/WHO Expert Consultations and Working Groups 1975-1981, Document. VPH/83.54 (1983)
- 63.-Wyther, J.R., Arthur, R.J., Dodt, R.M., Shorthose, W.R. : Cattle Handling at Abattoirs. II. The Effects of rest in transit and duration of the resting period before slaughter on carcass weight, bruising and muscle properties. Aust. J. Agric. Res 39: 97-107 (1988)
- 64.-Zelege, M., Ellerbroek L., Weise E., Arndt, G., Zessin K. M.: The application of the hazard analysis critical point concept to a cattle slaughter line. Fleischwirtschaft 74 (7): 769-971 (1994)

CUADRO 1. DIAGRAMA DEL FLUJO REAL DEL PROCESO DE FAENADO DE BOVINOS PARA EL ABASTO EN UN RASTRO MUNICIPAL TIPO DEL ESTADO DE MEXICO



CUADRO 2. DIAGRAMA DEL FLUJO REAL DEL PROCESO DE FAENADO DE BOVINOS CON LA DETERMINACION DE PUNTOS CRITICOS



CUADRO 3. PROGRAMA DE MUESTREO RECOMENDADO PARA COMBINACIONES DE GRADOS DE PELIGROSIDAD Y CONDICIONES DE MANIPULACIÓN

	Condiciones en que se espera que el alimento sea manipulado y consumido después del muestreo*		
Grado de importancia en relación con la alteración y el peligro para la salud	Condiciones que reducen el grado de peligrosidad	Condiciones que no modifican el grado de peligrosidad	Condiciones que pueden aumentar el grado de peligrosidad
Sin peligro directo para la salud Vida útil y alteración	Aumento de la vida útil Categoría 1 3-clases n = 5, c = 3	Sin modificación Categoría 2 3-clases n = 5, c = 2	Reducción de la vida útil Categoría 3 3-clases n = 5, c = 1
Peligro para la salud bajo, indirecto (indicadores)	Peligrosidad reducida Categoría 4 3-clases n = 5, c = 3	Sin modificación Categoría 5 3-clases n = 5, c = 2	Peligrosidad aumentada Categoría 6 3-clases n = 5, c = 1
Moderado, directo, difusión limitada	Categoría 7 3-clases n = 5, c = 2	Categoría 8 3-clases n = 5, c = 1	Categoría 9 3-clases n = 10, c = 1
Moderado, directo, difusión potencialmente extensa	Categoría 10 2-clases n = 5, c = 0	Categoría 11 2-clases n = 10, c = 0	Categoría 12 2-clases n = 20, c = 0
Grave directo	Categoría 13 2-clases n = 15, c = 0	Categoría 14 2-clases n = 30, c = 0	Categoría 15 2-clases n = 60, c = 0

Fuente: ICMSF (1982)

* Deben emplearse programas de muestreo más rigurosos para alimentos destinados a poblaciones especialmente sensibles

CUADRO 4. Número de Muestras y Pruebas trabajadas para la identificación, Análisis y Evaluación de Riesgos.

Tipo de muestra	No. de muestras en cada lote		Total de Muestras	Tipo de Análisis den el Laboratorio	Análisis en cada lote		Total de Análisis
	I	II			I	II	
CAPNE							
Después del desollado	20	20	40	- <i>Salmonella sp.</i> en 25g.	20	20	40
				- <i>Clostridium perfringens</i> NMP/g	20	20	40
Después del eviscerado	20	20	40	- <i>Salmonella sp.</i> en 25g.	20	20	40
				- <i>Clostridium perfringens</i> NMP/g	20	20	40
Después del lavado	20	20	40	- <i>Salmonella sp.</i> en 25g.	20	20	40
				- <i>Clostridium perfringens</i> NMP/g	20	20	40
Refrigeración	5	5	10	- <i>Salmonella sp.</i> en 25g.	5	5	10
				- <i>Clostridium perfringens</i> NMP/g	5	5	10
AGUA							
Pozo	5	5	10	- Mesofílicos aerobios UFC/ml	5	5	10
				- Coliformes totales NMP/100ml	5	5	10
				- Coliformes fecales NMP/100ml	5	5	10
Cisterna	5	5	10	- Mesofílicos aerobios UFC/ml	5	5	10
				- Coliformes totales NMP/100ml	5	5	10
				- Coliformes fecales NMP/100ml	5	5	10
Manguera para el lavado de canales	5	5	10	- Mesofílicos aerobios UFC/ml	5	5	10
				- Coliformes totales NMP/100ml	5	5	10
				- Coliformes fecales NMP/100ml	5	5	10
SUPERFICIES VIVAS							
Operador A	5	5	10	<i>Salmonella sp.</i> 25 ml	5	5	10
Operador B	5	5	10	<i>Salmonella sp.</i> 25 ml	5	5	10
Operador C	5	5	10	<i>Salmonella sp.</i> 25 ml	5	5	10

Tipo de muestra	No. de muestras en cada lote		Total de Muestras	Tipo de Análisis den el Laboratorio	Análisis en cada lote		Total de Análisis
	I	II			I	II	
SUPERFICIES INERTES							
Cuchillo Sangrado	5	5	10	<i>Salmonella sp.</i> 25 ml	5	5	10
	3	3	6	Mesofílicos aerobios UFC/sup	3	3	6
Cuchillo desollado	5	5	10	<i>Salmonella sp.</i> 25 ml	5	5	10
	3	3	6	Mesofílicos aerobios UFC/sup.	3	3	6
Cuchillo eviscerado	5	5	10	<i>Salmonella sp.</i> 25 ml	5	5	10
	3	3	6	Mesofílicos aerobios UFC/sup	3	3	6
Sierra para partido de la canal	5	5	10	<i>Salmonella sp.</i> 25 ml	5	5	10
	3	3	6	Mesofílicos aerobios UFC/sup	3	3	6
AMBIENTE (AIRE)							
Area de desollado y evisceración	3	3	6	Mesofílicos aerobios UFC/24h	3	3	6
Area de lavado final	3	3	6	Mesofílicos aerobios UFC/24h	3	3	6
Area de refrigeración	3	3	6	Mesofílicos aerobios UFC/24h.	3	3	6
TOTAL	136	136	272		231	231	462

CUADRO 5. Estratificación para el tipo de contaminación bacteriana

Fuente de Contaminación	Tipo de Contaminación Bacteriana / Unidades							
	Indicadores Sanitarios					Toxigénico	Patógeno	
	Mesofílicos Aerobios			C. Totales	C. Fecales	C. perfringens	Salmonella sp	
	UFC/ml	UFC/sup.	UFC/24 Hrs.	NMP/ 100ml	NMP/100ml	NMP/g	25g	25 ml
CARNE								
Desollado						X	X	
Eviscerado						X	X	
Lavado final						X	X	
Refrigeración						X	X	
AGUA								
Pozo	X			X	X			
Cisterna	X			X	X			
Manguera	X			X	X			
SUPERFICIES VIVAS								
Manos Operador A								X
Manos Operador B								X
Manos Operador C								X
SUPERFICIES INERTES								
Cuchillo Sangrado		X						X
Cuchillo Desollado		X						X
Cuchillo Eviscerado		X						X
Sierra		X						X
AMBIENTE								
Desollado y Eviscerado			X					
Lavado Final			X					
Refrigeración			X					

Cuadro 6. Constantes fisicoquímicas del agua

Primer faenamiento (10-07-96)

Agua	Cloro total ppm	Cloro libre ppm	Dureza total (CaCO ₃) ppm	Alcalinidad total ppm	pH
Pozo	0	0	120	240	8.0
Cisterna	0	0	120	180	8.0
Manguera	0	0	50	240	8.0

Segundo faenamiento (24-07-96)

Agua	Cloro total ppm	Cloro libre ppm	Dureza total (CaCO ₃) ppm	Alcalinidad total ppm	pH
Pozo	0	0	250	240	8.0
Cisterna	0	0	120	240	8.0
Manguera	0	0	120	180	8.0

CUADRO 7. ENCUESTA SANITARIA DE LAS DIFERENTES AREAS DEL RASTRO

AREA	DEFICIENCIAS OBSERVADAS
Area exterior	<ul style="list-style-type: none"> - Se cuenta con un incinerador que actualmente no funciona, por lo que es difícil el control de los decomisos. - La planta de tratamiento de aguas residuales no funciona, por lo que estos desechos son eliminados sin tratamiento vía drenaje municipal. - Se observó que el establecimiento presenta un grave problema de fauna nociva.
Corrales	<ul style="list-style-type: none"> - De difícil limpieza, abunda el estiércol. - Manga de acceso al sacrificio, no cuenta con una antecámara. - Manga de acceso y cajón de sacrificio, no cuentan con protecciones contra fauna nociva. - No se practica la ducha o baño del ganado antes del sacrificio. Existe la estructura tubular pero no funciona. - El rastro cuenta con 37 corrales de aproximadamente 7 x 18 m cada uno diseñados de manera que es difícil su limpieza y desinfección, no cuentan con sombreaderos. - El corral de animales sospechosos no está identificado, y no tiene drenaje independiente.
Sangrado	<ul style="list-style-type: none"> - El cajón de sacrificio no tiene hojas de acero inoxidable, por lo que su limpieza es difícil. - No existe separación física entre las instalaciones para el sacrificio de cerdos y bovinos. - La higiene del área de insensibilización y sangrado es deficiente. - En el área de sangrado y separación de la cabeza se

	<p>inicia el desollado con la eliminación de las patas, no cuentan con lavamanos, mucho menos con instalaciones para la desinfección de los cuchillos.</p>
Desollado	<ul style="list-style-type: none"> - En el área del desollado se acumulan los animales, en pisos se observan encharcamientos. - Las cadenas de la desolladora no son esterilizadas. - La sierra de pecho no es esterilizada al usarse en cada animal.
Eviscerado	<ul style="list-style-type: none"> - En el área de eviscerado no hay lavamanos ni esterilizadores. - Las vísceras al ser separadas de la canal son colocadas en el piso. - En el área del partido de la canal no existen lavamanos y esterilizadores.
Refrigeración	<p>- El establecimiento sólo cuenta con tres cámaras frías de aproximadamente 30 m² cada una, insuficientes para más de 300 animales faenados por día, por lo que después del lavado final las canales son oreadas prácticamente al aire libre, en el área de andenes de embarque, donde no se cuenta con ningún control sanitario, dado que los introductores penetran a esta área, con la consecuente contaminación de las canales.</p>
Verificación	<p>- No se realiza verificación sanitaria en vísceras y cabezas y parcialmente, en las canales, debido a que no se cuenta con un sistema de identificación de canales, cabezas y vísceras.</p>

CUADRO 8. Riesgos asociados en cada etapa del proceso de faenamiento de bovinos en un rastro municipal tipo del Estado de México

Etapa del proceso	Riesgo físico	Riesgo químico	Riesgo biológico
Desembarque			
Estancia en corrales			Probabilidad de difusión de patógenos (<i>Salmonella sp.</i>) por contacto con animales enfermos o portadores, período de descanso de 12 a 24 h.
Verificación antemorten			Necesaria, porque de esta manera se separan animales sospechosos de los aprobados para consumo humano, el riesgo de no hacerlo implica que animales enfermos de Brucelosis, Tuberculosis y otras enfermedades de presentación septicémica pasen al área de sacrificio y faenamiento contaminando el equipo y utensilios.
Insensibilización			
lizado del animal			Si no se realiza el colgado del animal, no se produce una correcta sangría. Los rastros que tienen sistema de faenamiento en cama, pueden provocar la contaminación de la carne por manejo antihigiénico. Si el manejo es en el suelo obviamente todo el producto se contaminará.
Sangrado			Un sangrado ineficiente proporciona un medio para la proliferación de microorganismos
Corte de cabezas			Contaminación por microorganismos.
Verificación de cabezas			Necesaria para evitar que pasen a consumo partes enfermas, el riesgo de no hacerlo es de que pasen a consumo humano productos cárnicos contaminados con Cisticercos, Tuberculosis, Brucelosis, Toxoplasmosis, etc.
Corte de miembros anteriores y posteriores			Contaminación por microorganismos por el uso de cuchillos sin esterilizar
Desollado			Contaminación por manipulación. Contaminación cruzada por utensilios de corte no desinfectados. Contaminación con la piel de animal. Contaminación con la descueradora y cadenas de sostén del cuero; contaminación del dorso

Etapas del proceso	Riesgo físico	Riesgo químico	Riesgo biológico
			del animal con la piel sucia con excremento y con la cola del animal.
Serruchado de pecho			Contaminación por microorganismos por la falta de desinfección de la sierra.
Evisceración			Contaminación de la canal con microorganismos patógenos del tracto digestivo. Aumento de la cuenta microbiana. Contaminación con microorganismos patógenos por manipulación
Verificación de vísceras			Necesaria para evitar que vísceras o sus partes enfermas pasen a consumo, el riesgo de no hacerlo implica de que pasen a consumo humano, por ejemplo hígados con quiste hidatídico, con larvas de ascáridos, Fasciola hepatica, etc. y contaminación bacteriana asociada; esófago con sarcosporidios.
Serrado de la canal			Contaminación por manipulación, enfermedades asintomáticas. Contaminación cruzada por material de corte
Verificación de canales			Necesaria para evitar que carne de animales enfermos pase a consumo, el riesgo de no hacerlo provoca que pasen a consumo humano canales con Cisticercos, Tuberculosis, Abscesos generalizados, ictericia, Pigmentos endógenos, Tumores malignos.
Lavado de la canal			Contaminación con patógenos por el uso de agua no potable.
Oreo de la canal			Contaminación por exposición prolongada al medio ambiente.
Refrigeración		Contaminación con residuos de detergentes, sanitizantes o plaguicidas en la cámara o túnel de refrigeración	Mal control de tiempo y temperatura, permitiendo el desarrollo de la carga microbiana inicial. Sanitización inadecuada Presencia de fauna nociva. Exceso de producto que dificulta un enfriamiento homogéneo. Manipulación excesiva. Contaminación cruzada

Etapa del proceso	Riesgo físico	Riesgo químico	Riesgo biológico
Embarque	Materia extraña en transporte o contenedores	Presencia de agentes limpiadores o sanitizantes	Contaminación por manipulación de personal con enfermedades asintomáticas. Contaminación por contenedores, rejas sucias o por medio ambiente al embarcar al aire libre, Contaminación cruzada
Distribución			Aumento de la carga microbiana por conservación a temperaturas mayores a 5° C.

Cuadro 9. Medidas preventivas en cada etapa del proceso de faenamiento de bovinos en un rastro municipal tipo del Estado de México

Etapa	Para riesgos biológicos
Desembarque	
Estancia en corrales	Número de corrales adecuado al número de animales, sacrificados, para evitar hacinamientos. Corrales pavimentados con piso rugoso para evitar caídas, adaptar sombreaderos y bebederos, en algunos casos comederos. Tener un corral para animales sospechosos, con paredes lisas y drenaje independiente
Verificación Antemortem	Examinar minuciosamente cada animal antes del sacrificio. Disponer de corrales lo suficientemente amplios, exclusivos para la verificación. Utilizar etiquetas de un color específico para identificar los animales sospechosos. Disponer de corrales para animales sospechosos. Limpieza constante de corrales y camas.
Insensibilización	Cajón de noqueo solo para un animal en cada caso, hojas de acero inoxidable en la puerta revolver para facilitar limpieza y desinfección
Luzado del animal	Lavar antes de iniciar operaciones el área de sacrificio y sus inmediaciones. Lavar y desinfectar los cuchillos y demás utensilios necesarios para el sacrificio.
Sangrado	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. Desinfección del cuchillo del sangrador con agua a 82°C, el operador debe lavar sus manos hasta la altura del antebrazo en cada animal.
Corte de cabeza	Lavado y desinfección del cuchillo.
Verificación de cabezas	Necesaria para evitar que pasen a consumo partes enfermas
Corte de miembros anteriores y posteriores	Lavado y desinfección de utensilios, y de manos del personal

Desollado	Lavar y desinfectar los utensilios con agua a 82°C Evitar el contacto de la piel del animal con la canal.
Serruchado de pecho	Desinfección de la sierra con agua o vapor.
Evisceración	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. Colocar las vísceras de tal manera que no ofrezcan duda al respecto al animal del que procede. Transportar las vísceras abdominales en contenedores especiales e identificados. Tener cuidado de no cortar las vísceras intestinales, para evitar la contaminación de la cavidad abdominal con microorganismos entéricos.
Verificación de vísceras	Necesaria para evitar que vísceras o sus partes enfermas pasen a consumo
Serrado de la canal	Desinfección de la sierra con vapor o agua está a 82°C
Verificación de canales	Necesaria para evitar que carne de animales enfermos pase a consumo.
Lavado de la canal	Comprobar que la calidad del agua tenga las especificaciones higiénicas requeridas para el lavado. Si no cumple dar tratamiento para potabilizarla
Oreo de la canal	Colgar las canales con una separación mínima de 20 cm entre cada una. Evitar exposición al medio ambiente
Refrigeración	Verificación permanente de los sistemas de producción de frío. Mantener seca la cámara de refrigeración. Llevar registros de temperatura. Llevar controles de tiempo-temperatura.
Embarque y Distribución	Buenas prácticas de higiene del personal Limpieza del transporte Mantenimiento de los sistemas de producción de frío.

CUADRO 10. ANALISIS MICROBIOLÓGICO EN 130 MUESTRAS DE CARNE EN CANAL EN LAS DISTINTAS FASES DEL FAENADO DE BOVINOS .

FASE	n	PROCESO 1		n	PROCESO 2		P>F
		<i>Salmonella</i> +/- UFC/g	<i>C. perfringens</i> X		<i>Salmonella</i> +/- UFC/g	<i>C. perfringens</i> X	
Después del Desollado	20	+ (1) *	2950	20	+ (3) *	1475	0.169
Después del Eviscerado	20	+ (2) *	600	20	-	0	0.325
Después del Lavado	20	-	3600	20	+ (1) *	0	0.081
Refrigeración	5	-	7200	5	-	452	0.621

*Los números en paréntesis en la columna de *Salmonella* sp. indica el número de muestras que salieron positivas.

CUADRO 11. ANALISIS MICROBIOLÓGICO EN 30 MUESTRAS DE AGUA DURANTE EL FAENAMIENTO DE BOVINOS.

AGUA	n	PROCESO 1		n	PROCESO 2		Mesofilicos P>F	Coliformes P>F
		M. aerobios promedio	C: totales promedio		M. aerobios promedio	C: totales promedio		
Pozo	5	17	0	5	560	29	0.000	0.001
Cisterna	5	664	38	5	170	114	0.039	0.175
Manguera	5	2048	30	5	170	0	0.131	0.004

CUADRO 12. ANALISIS MICROBIOLOGICO EN 30 MUESTRAS DE SUPERFICIES VIVAS EN LAS DISTINTAS FASES DEL FAENAMIENTO DE BOVINOS.

Personal	n	PROCESO 1 <i>Salmonella sp.</i> +/-	n	PROCESO 1 <i>Salmonella sp.</i> +/-
Operador A (area de sangrado)	5	-	5	+ (2) *
Operador B (area de desollado)	5	-	5	+ (2) *
Operador C (area de eviscerado)	5	-	5	-

* Nota: Los números en paréntesis en la columna de *Salmonella* sp. indica el número de muestras que salieron positivas.

CUADRO 13. ANALISIS MICROBIOLÓGICO EN 64 MUESTRAS DE SUPERFICIES INERTES EN LAS DISTINTAS FASES DEL FAENAMIENTO DE BOVINOS.

Equipo	n	PROCESO 1		N	PROCESO 2		
		<i>Salmonella sp</i>	M. aerobios X		<i>Salmonella sp</i>	M. aerobios X	M. aerobios P>F
Cuchillo del sangrador	5	-		5	+ (2) *		
	3		803333	3		333333	0.029
Cuchillo del desollador	5	-		5	+ (1) *		
	3		303333	3		766666	0.139
Cuchillo del Eviscerador	5	-		5	-		
	3		184766	3		400000	0.348
Sierra para el partido de la Canal	5	-		5	-		
	3		222200	3		79000000	0.267

* Nota: Los números en paréntesis en la columna de *Salmonella sp*. indica el número de muestras que salieron positivas

CUADRO 14. ANALISIS MICROBIOLOGICO EN 18 MUESTRAS DEL AMBIENTE (AIRE) EN LAS DISTINTAS AREAS DEL FAENAMIENTO DE BOVINOS.

Area	n	PROCESO 1 M. aerobios UFC/24 h	n	PROCESO 2 M. aerobios UFC/24 h	P>F
Desollado y Eviscerado	3	113	3	430	0.001
Lavado Final de Canales	3	130	3	2166	0.597
Refrigeración	3	8	3	36	0.211

CUADRO 15 ESTRATIFICACION DE LAS CUENTAS MICROBIOLÓGICAS DE LA CARNE PARA *Clostridium perfringens*. (NMP/g) A PARTIR DE FUENTES DE CONTAMINACION.

CARNE.

	PROCESO 1	PROCESO 2	MEDIA	% RELATIVO	% ACUMULADO
DESOLLADO	2950	0	1475	20	20
EVICERADO	600	0	300	4	24
LAVADO FINAL	3600	0	1846	25	49
REFRIGERACIÓN	7200	452	3826	51	100
			TOTAL	100	

CUADRO 16 ESTRATIFICACION DE LAS CUENTAS MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA PARA MESOFÍLICOS AEROBIOS Y DE COLIFORMES TOTALES Y FECALES, A PARTIR DE POSIBLES FUENTES DE CONTAMINACION.

AGUA

MESOFÍLICOS AEROBIOS UFC/ml

	PROCESO 1	PROCESO 2	MEDIA	% RELATIVO	% ACUMULADO
POZO	17	560	288.5	16	16
CISTERNA	664	170	417	23	39
MANGUERA	2048	170	1109	61	100
			TOTAL	100	

COLIFORMES TOTALES NMP/100ml

	PROCESO 1	PROCESO 2	MEDIA	% RELATIVO	% ACUMULADO
POZO	0	28.8	14.4	14	14
CISTERNA	38.0	114.2	76.1	72	86
MANGUERA	30.4	0	15.2	14	100
			TOTAL	100	

COLIFORMES FECALES.NMP/100 ml

	PROCESO 1	PROCESO 2	MEDIA	% RELATIVO	% ACUMULADO
POZO	0	0	0	0	0
CISTERNA	0	0	0	0	0
MANGUERA	0	0	0	0	0

CUADRO 17 ESTRATIFICACION DE LAS CUENTAS MICROBIOLÓGICAS DE SUPERFICIES INERTES PARA MESOFILICOS AEROBIOS (UFC/sup) A PARTIR DE POSIBLES FUENTES DE CONTAMINACION.

SUPERFICIES INERTES

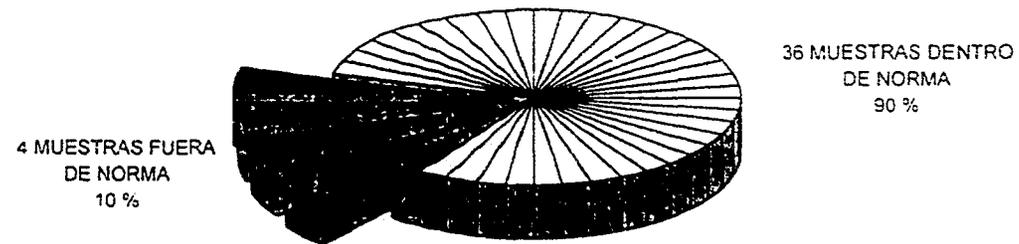
MESOFILICOS AEROBIOS UFC/SUP

	PROCESO 1	PROCESO 2	MEDIA	% RELATIVO	% ACUMULADO
CUCHILLO DE SANGRADO	833333.33	333333.33	583333.33	1.42	1,42
CUCHILLO DESOLLADO	303333.33	766666.67	535000.00	1.30	2,72
CUCHILLO EVISCERADO	184766.67	400000.00	292283.33	0,72	3,44
SIERRA DE PARTIDO DE LA CANAL	222200.00	7900000.00	39611100.00	96,56	100
			TOTAL	100	

CUADRO 18 ESTRATIFICACION DE LAS CUENTAS MICROBIOLÓGICAS DEL AMBIENTE PARA MESOFÍLICOS AEROBIOS (UFC/sup).

AMBIENTE		MESOFÍLICOS AEROBIOS UFC/SUP			
	PROCESO 1	PROCESO 2	MEDIA	% RELATIVO	% ACUMULADO
AREA DESOLLADO Y EISCERACION	113.33	430	271.67	19	19
AREA LAVADO FINAL DE CANALES	130	2166.67	1148.33	80	99
AREA REFRIGERACION	8.67	36.67	22.67	1	100
			TOTAL	100	

CARNE EN CANAL DESPUES DEL DESOLLADO *Salmonella.s.p.*



CARNE EN CANAL DESPUES DEL DESOLLADO. *C. perfringens.*

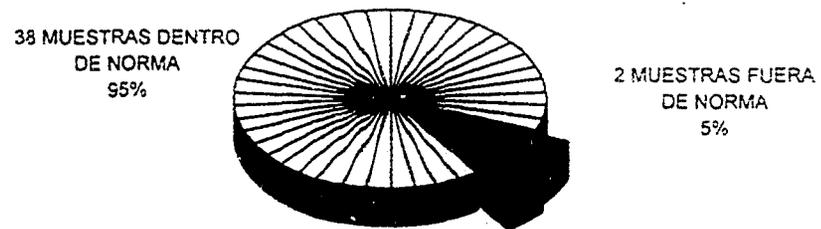
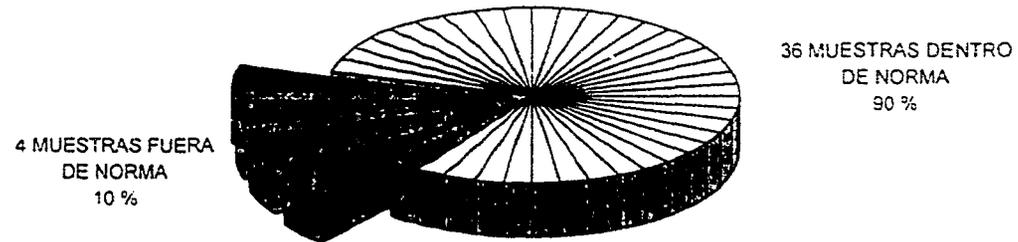


FIGURA 1. ANALISIS MICROBIOLÓGICOS EN 40 MUESTRAS DE CARNE EN CANAL DESPUES DEL DESOLLADO EN DOS FAENAMIENTOS EN UN RASTRO MUNICIPAL TIPO EN EL ESTADO DE MEXICO.

CARNE EN CANAL DESPUES DEL DESOLLADO *Salmonella.s.p.*



CARNE EN CANAL DESPUES DEL DESOLLADO. *C. perfringens.*

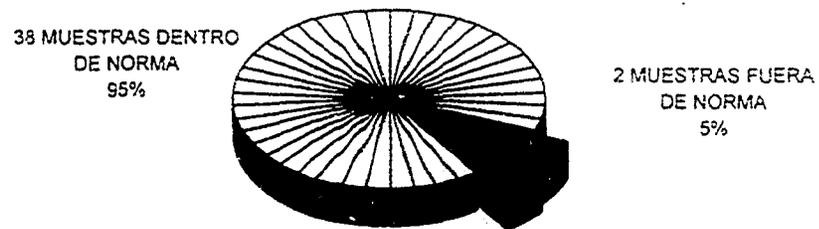
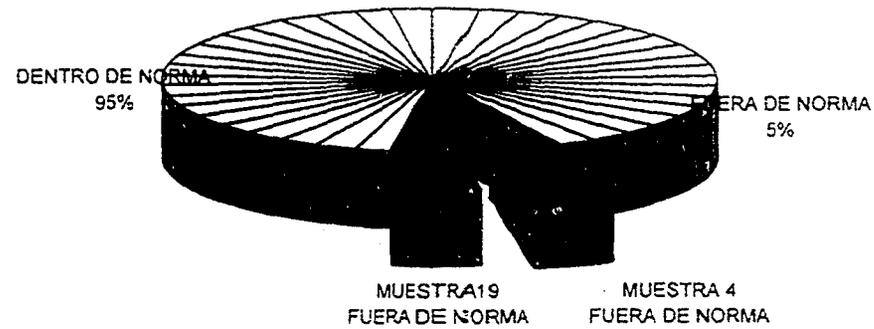


FIGURA 1. ANALISIS MICROBIOLÓGICOS EN 40 MUESTRAS DE CARNE EN CANAL DESPUES DEL DESOLLADO EN DOS FAENAMIENTOS EN UN RASTRO MUNICIPAL TIPO EN EL ESTADO DE MEXICO.

CARNE EN CANAL DESPUES DEL EVISCERADO *Salmonella.s.p.*



CARNE EN CANAL DESPUES DEL EVISCERADO *C. prefringens.*

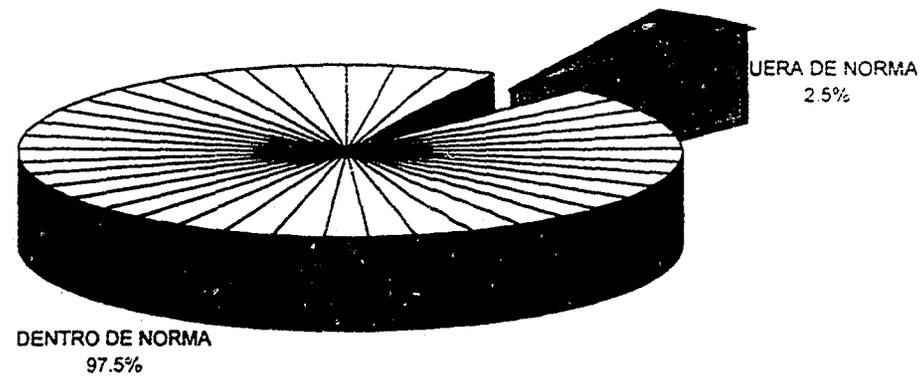


FIGURA 2. ANALISIS MICROBIOLÓGICOS EN 40 MUESTRAS DE CARNE EN CANAL DESPUES DEL EVISCERADO EN DOS FAENAMIENTOS EN UN RASTRO MUNICIPAL TIPO.

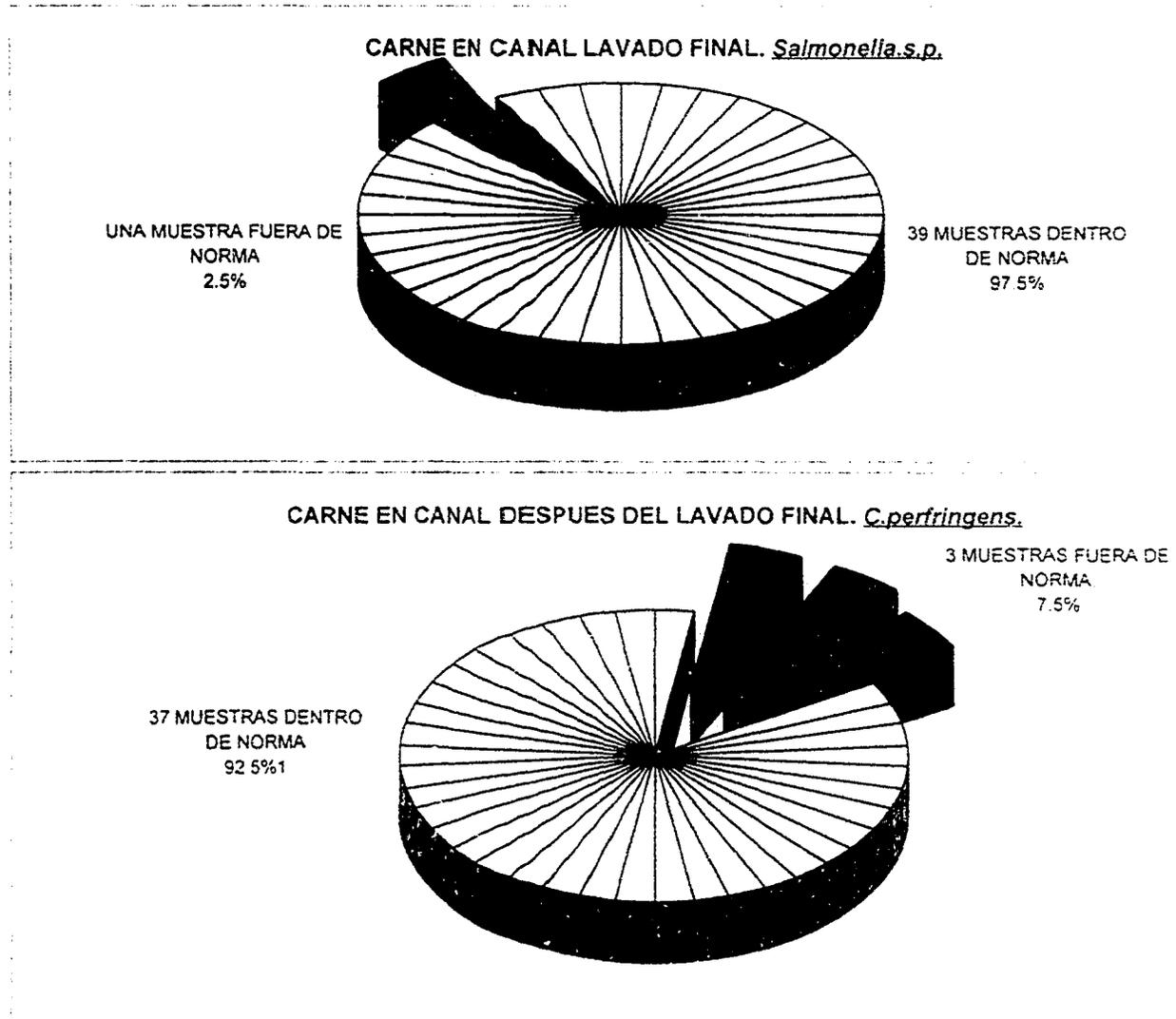


FIGURA 3. ANALISIS MICROBIOLÓGICOS FN 40 MUESTRAS DE CARNE EN CANAL DESPUES DEL LAVADO FINAL EN DOS FAENAMIENTOS EN UN RASTRO MUNICIPAL TIPO.

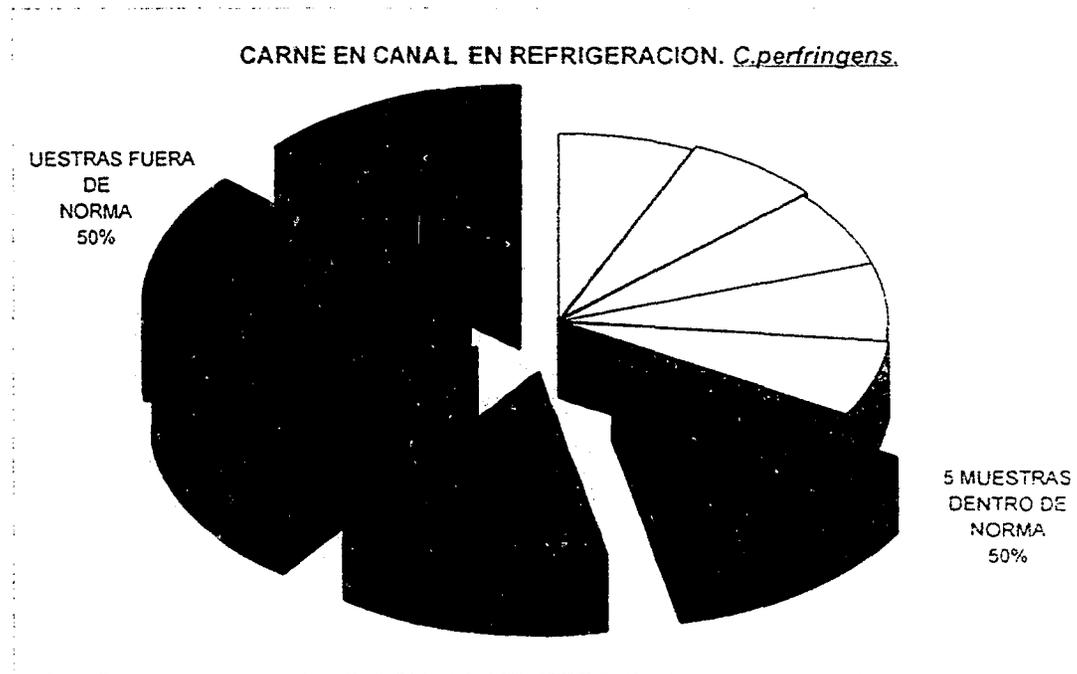


FIGURA 4. ANALISIS MICROBIOLÓGICOS EN 10 MUESTRAS DE CARNE EN CANAL EN REFRIGERACION DE DOS FAENAMIENTOS EN UN RASTRO MUNICIPAL TIPO.

10 MUESTRAS PARA AGUA DE POZO

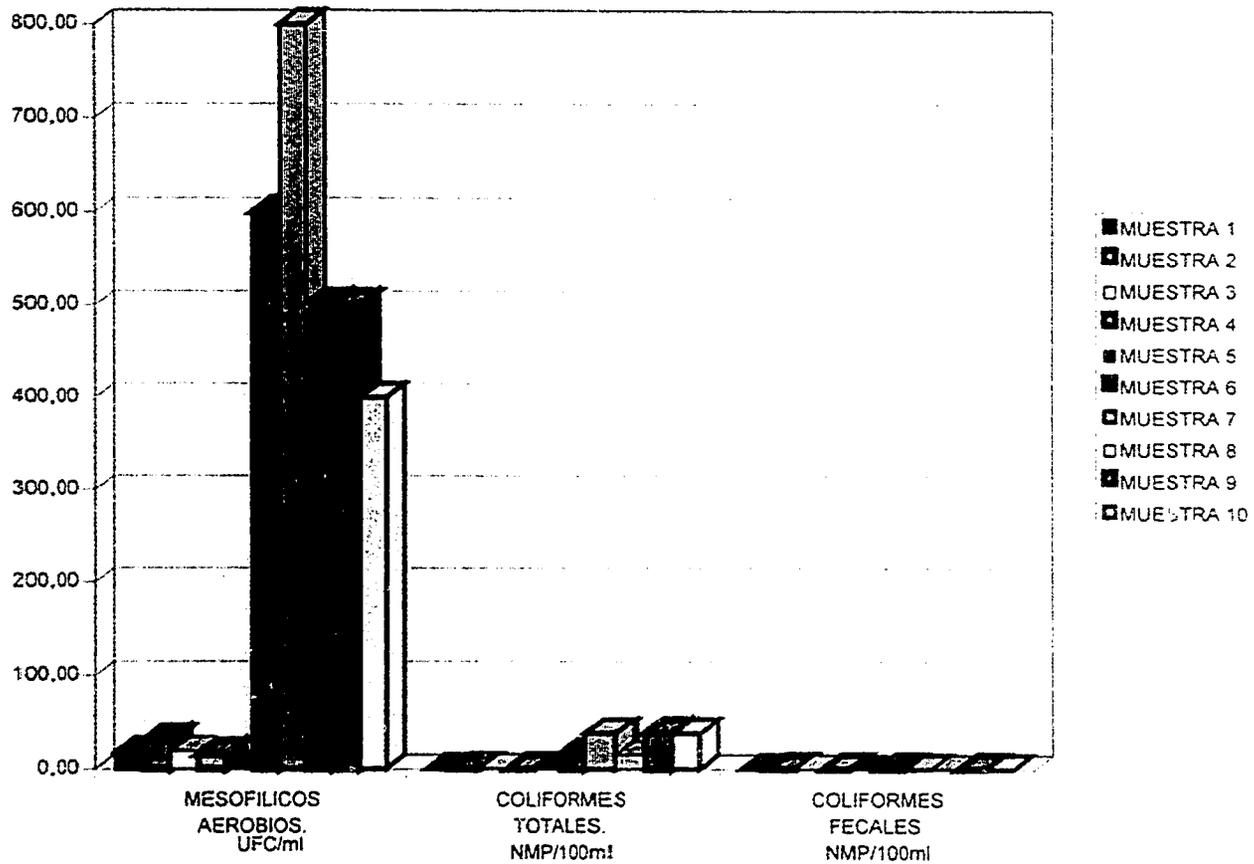


FIGURA 5. ANALISIS MICROBIOLÓGICOS EN 10 MUESTRAS DE AGUA DE POZO EN DOS PROCESOS DE FAENAMIENTO.

10 MUESTRAS DE AGUA DE LA CISTERNA

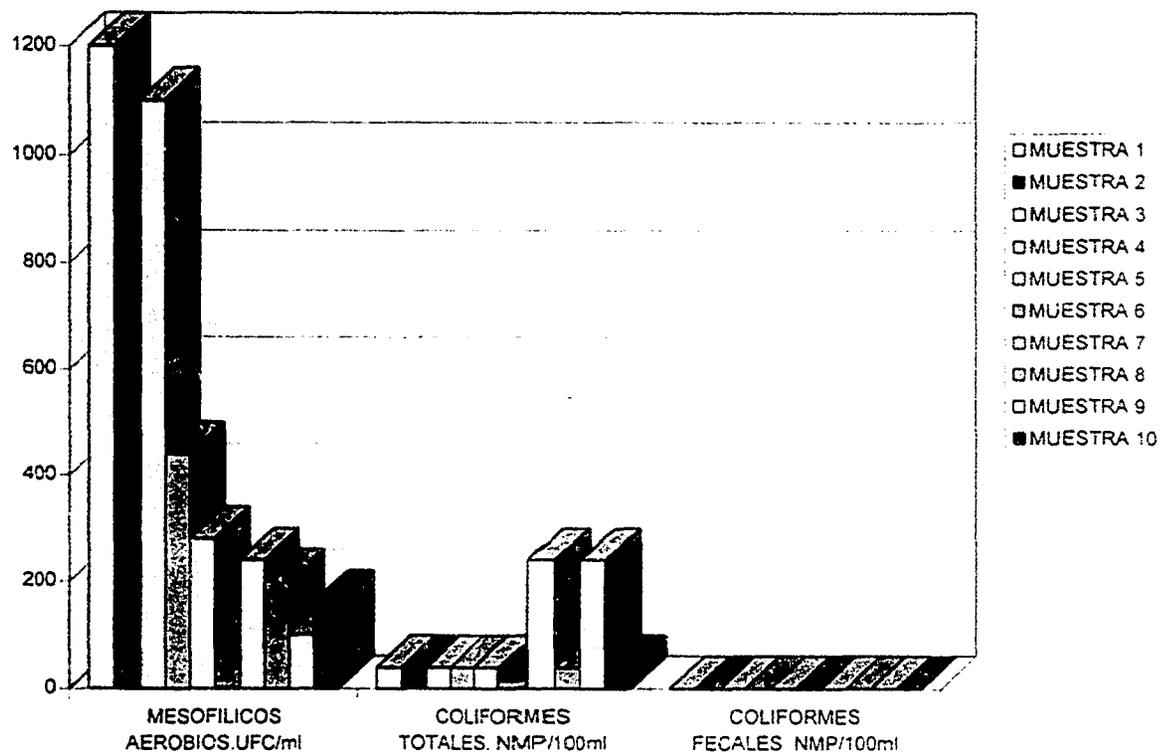


FIGURA 6. ANALISIS MICROBIOLÓGICOS EN 10 MUESTRAS DE AGUA DE LA CISTERNA EN DOS PROCESOS DE FAENAMIENTO

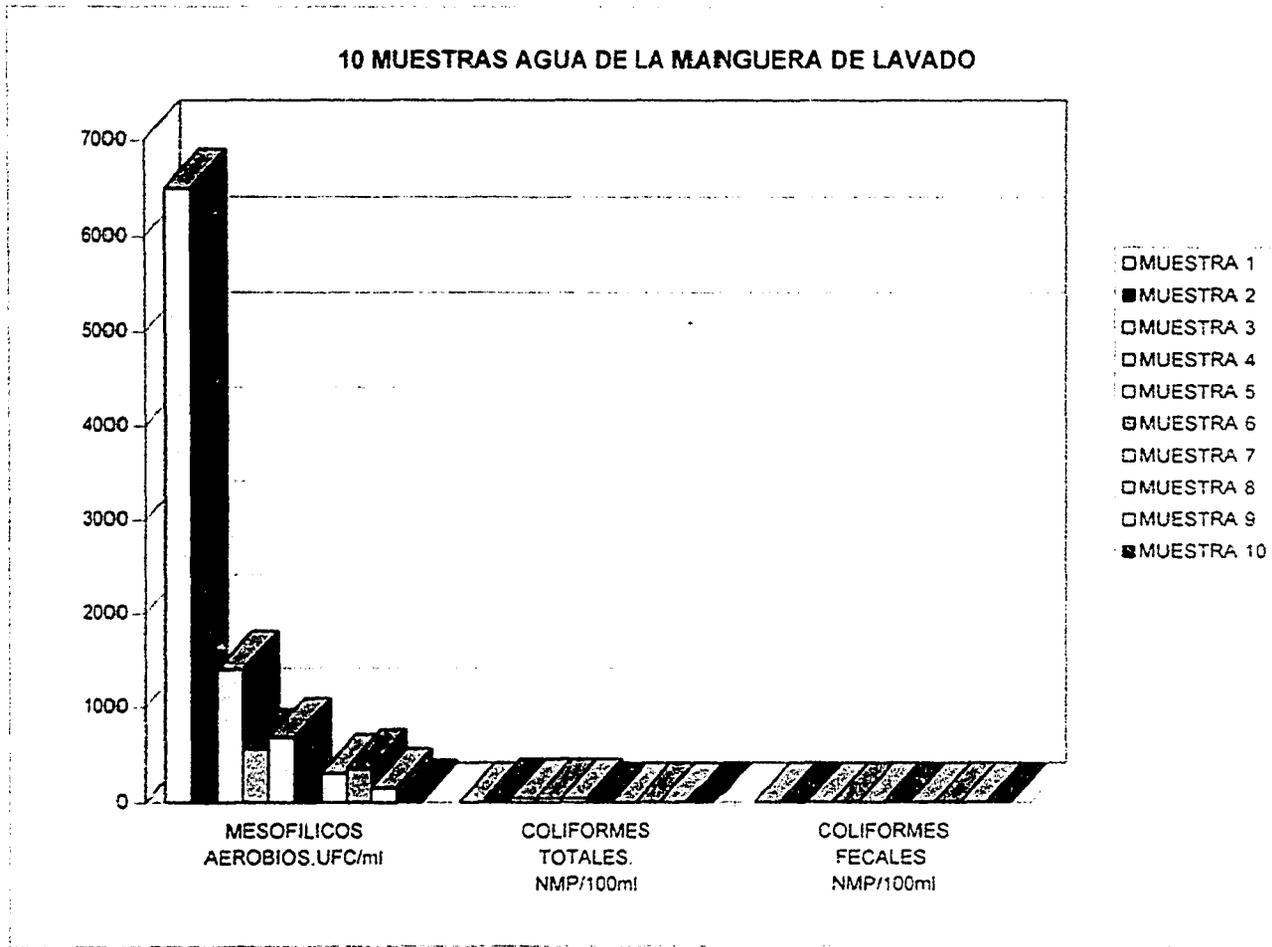


FIGURA 7. ANALISIS MICROBIOLÓGICOS EN 10 MUESTRAS DE AGUA DE LA MANGUERA DE LAVADO EN DOS PROCESOS DE FAENAMIENTO.

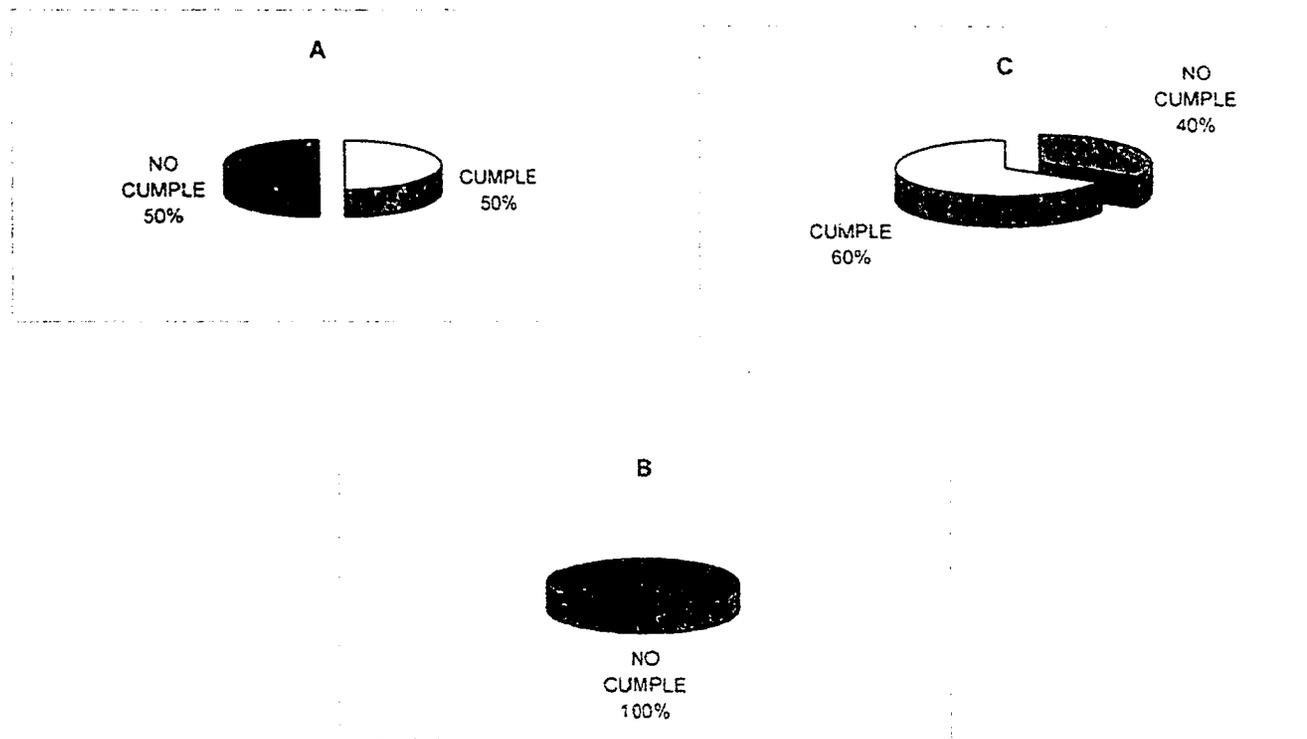


FIGURA 8. PORCENTAJES DE MUESTRAS DE AGUA A) DE POZO, B) DE CISTERNA Y C) DE MANGUERA QUE CUMPLEN CON LOS LIMITES MAXIMOS PERMITIDOS DE ORGANISMOS COLIFORMES TOTALES REFERIDOS EN LA NOM127-SSA1-1994

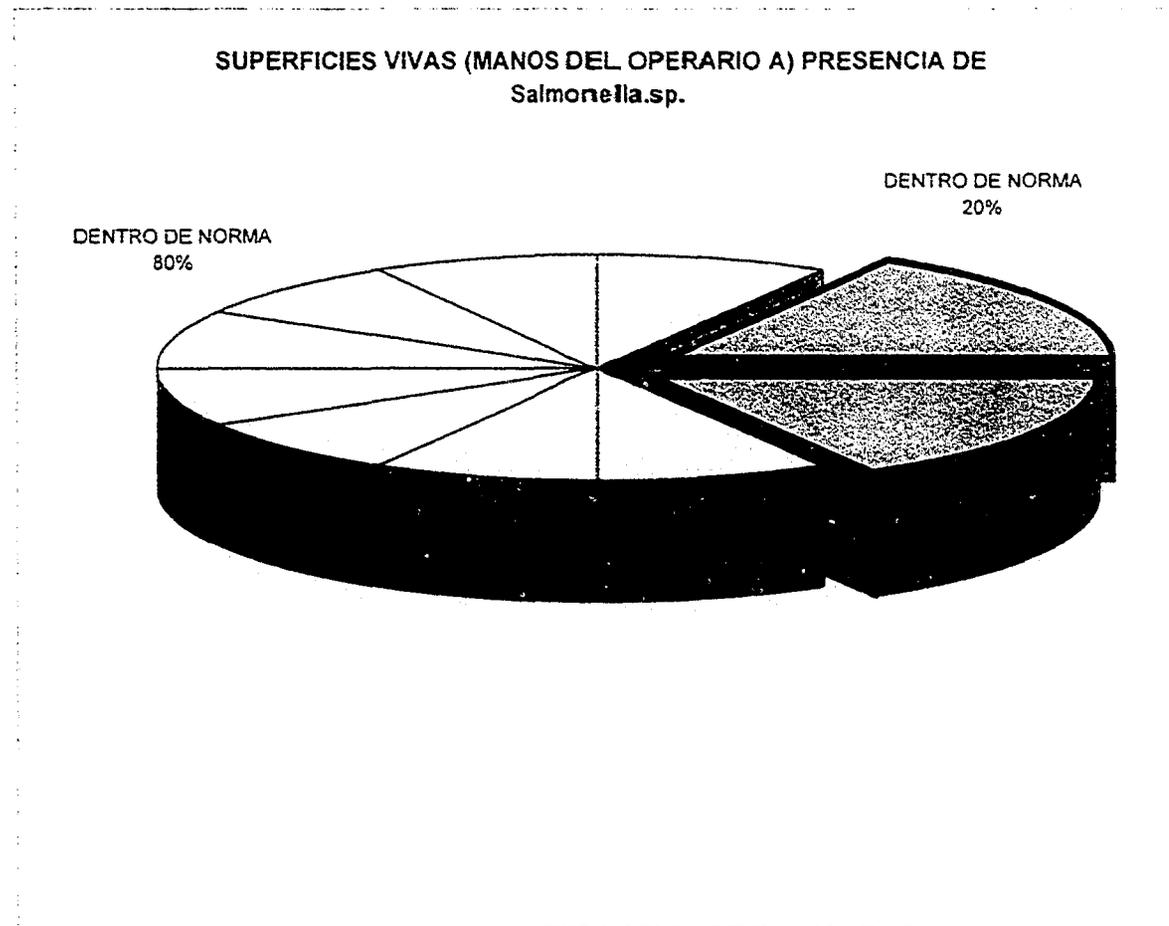


FIGURA 9. ANALISIS MICROBIOLÓGICOS EN 10 MUESTRAS DE SUPERFICIES VIVAS (MANOS DEL OPERARIO A) EN EL AREA DE SANGRADO EN DOS PROCESOS DE FAENAMIENTO.

SUPERFICIES VIVAS (MANOS DEL OPERARIO B) PRESENCIA DE Salmonella.s.p.p.

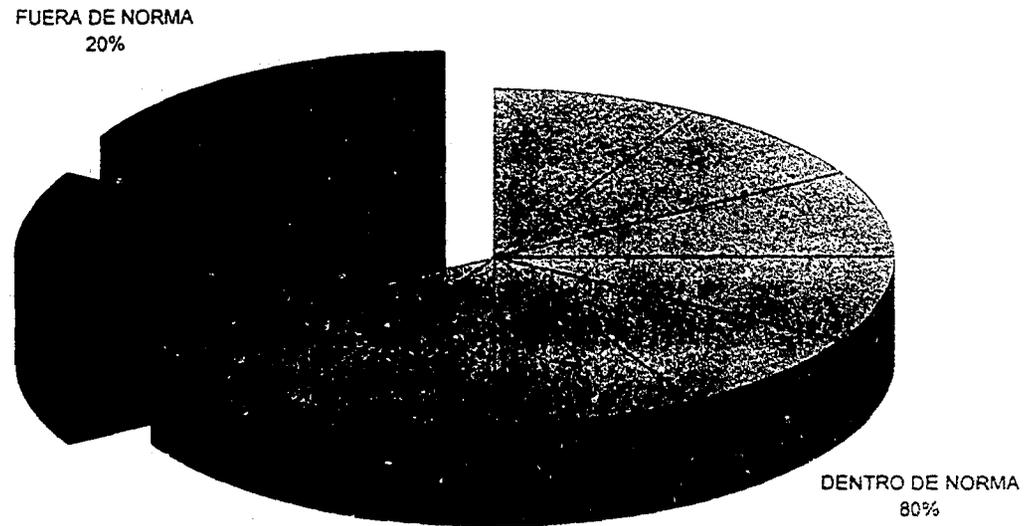


FIGURA 10. ANALISIS MICROBIOLÓGICOS EN 10 MUESTRAS DE SUPERFICIES VIVAS (MANOS DEL OPERARIO B) EN EL AREA DE DESOLLADO EN DOS PROCESOS DE FAENAMIENTO.

SUPERFICIES INERTES. (CUCHILLO DEL SANGRADOR) PRESENCIA DE *Salmonella s.p.*



**SUPERFICIES INERTES (CUCHILLO DEL SANGRADOR) MESOFILICOS AEROBIOS
UFC/sup**

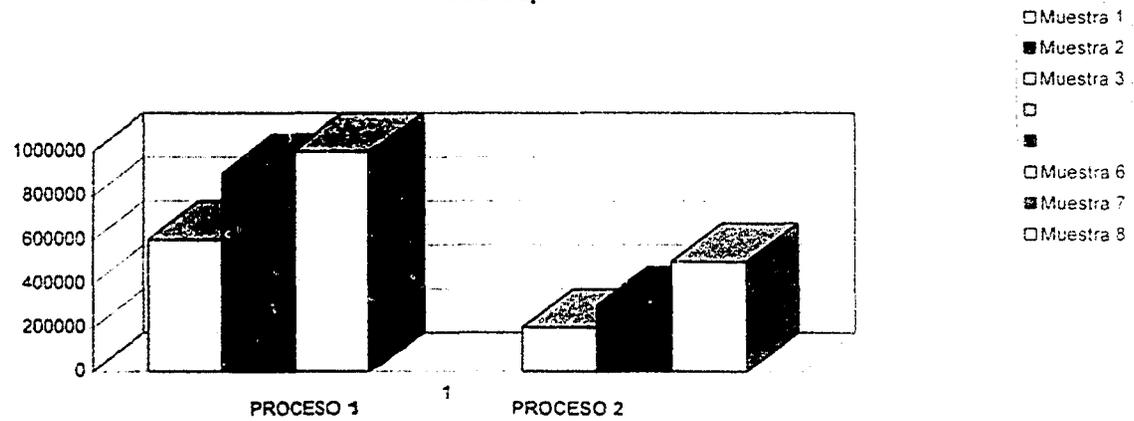
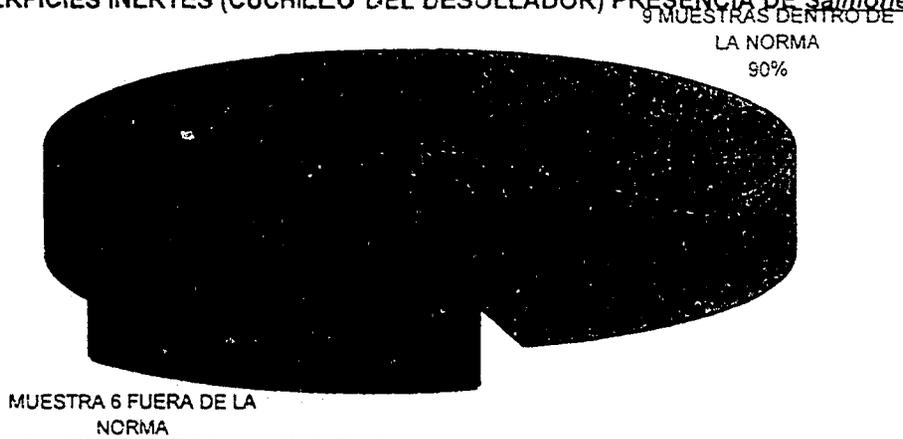


FIGURA 11. ANALISIS MICROBIOLÓGICOS DE 10 MUESTRAS DE SUPERFICIES INERTES PARA LA *Salmonella sp.*, Y SEIS MUESTRAS PARA DETERMINACIÓN DE MESOFILICOS AEROBIOS EN DOS PROCESOS DE FAENAMIENTO. (CUCHILLO DEL SANGRADOR)

SUPERFICIES INERTES (CUCHILLO DEL DESOLLADOR) PRESENCIA DE *Salmonella* s.p.



SUPERFICIES INERTES (CUCHILLO DEL DESOLLADOR) MESOFILICOS AEROBIOS UFC/sup

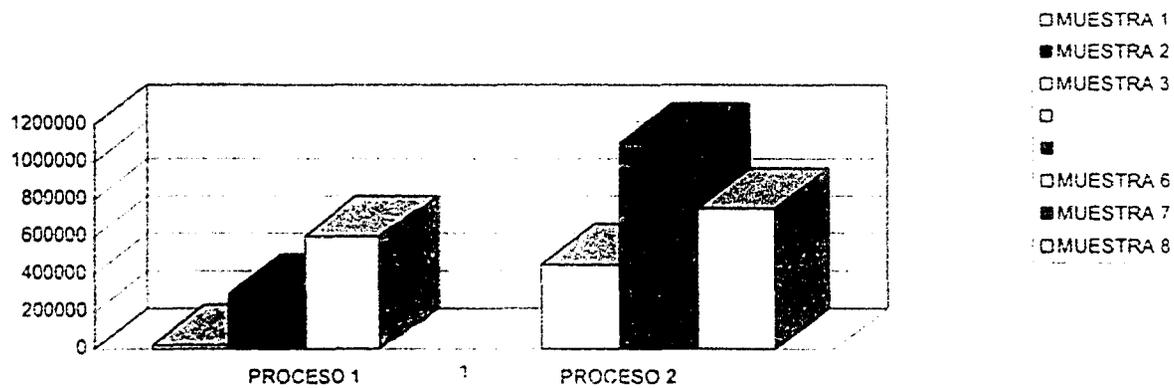


FIGURA 12. ANALISIS MICROBIOLÓGICOS DE 10 MUESTRAS DE SUPERFICIES INERTES PARA LA *Salmonella* sp. Y SEIS MUESTRAS PARA DETERMINACION DE MESOFILICOS AEROBIOS EN DOS PROCESOS DE FAENAMIENTO (CUCHILLO DEL DESOLLADOR)

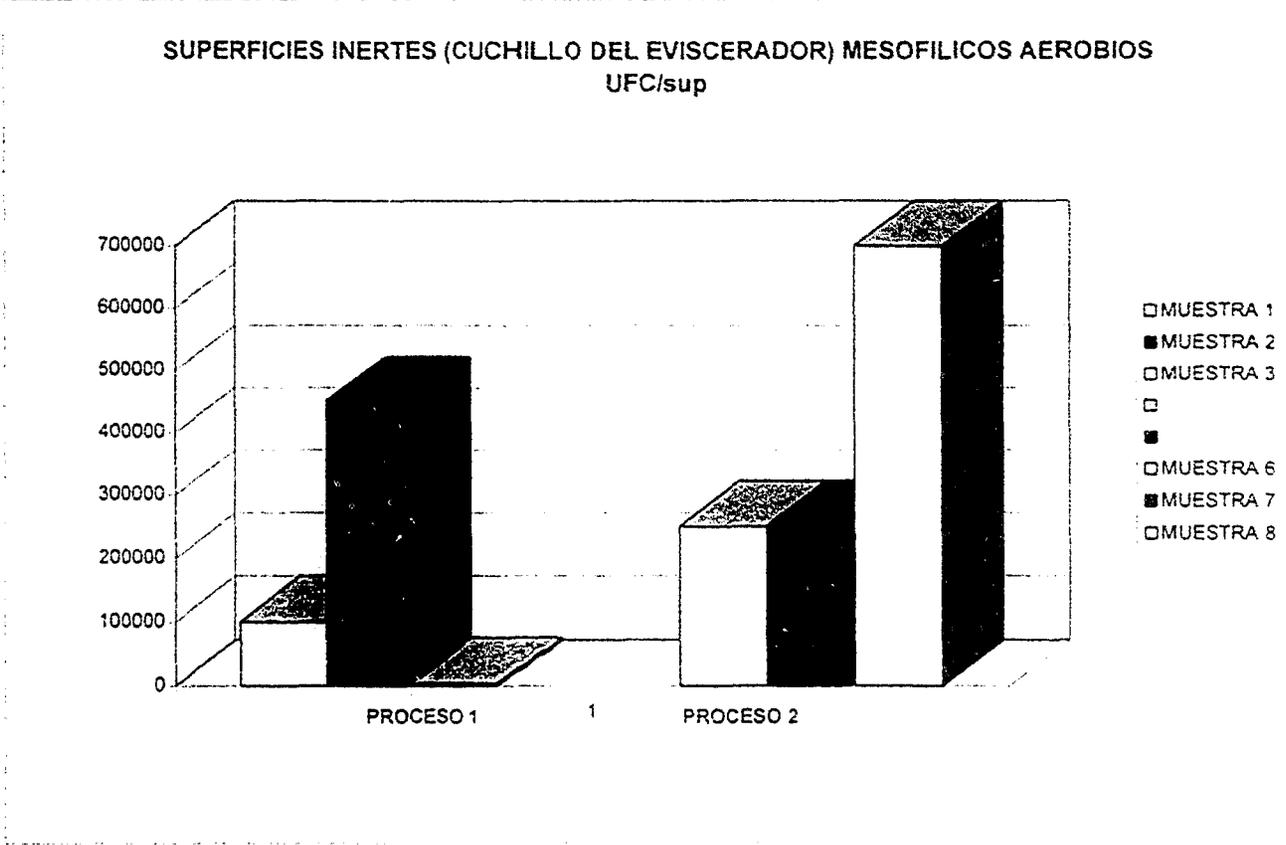


FIGURA 13. ANALISIS MICROBIOLÓGICOS DE SEIS MUESTRAS DE SUPERFICIES INERTES PARA MESOFILICOS AEROBIOS EN DOS PROCESOS DE FAENAMIENTO (CUCHILLO DEL EVISCERADOR)

**SUPERFICIES INERTES (SIERRA PARA PARTIDO DE LA CANAL) MESOFILICOS
AEROBIOS UFC/sup**

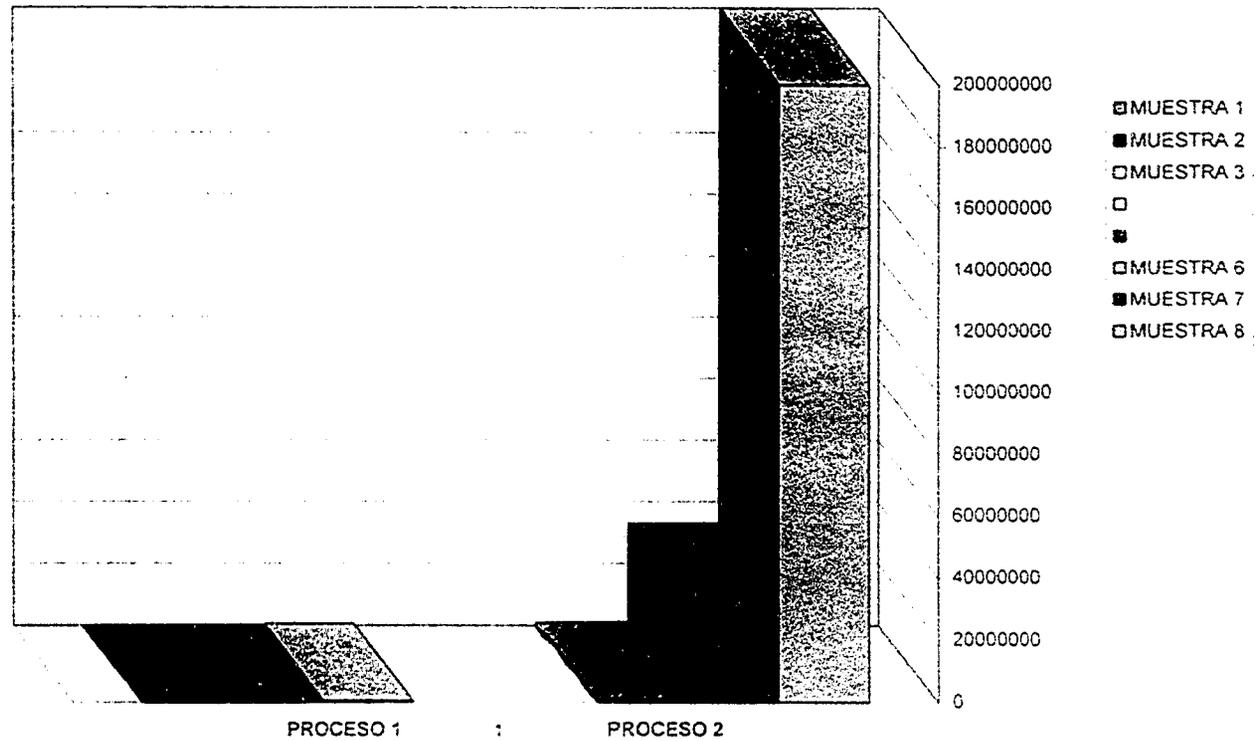


FIGURA 14. ANALISIS MICROBIOLÓGICOS DE SEIS MUESTRAS DE SUPERFICIES INERTES PARA MESOFILICOS AEROBIOS EN DOS PROCESOS DE FAENAMIENTO.(SIERRA PARA EL PARTIDO DE LA CANAL)

MEDIO AMBIENTE (AREA DE DESOLLADO Y EVISCERACIÓN) MESOFILICOS
AEROBICOS UFC/ 24 h

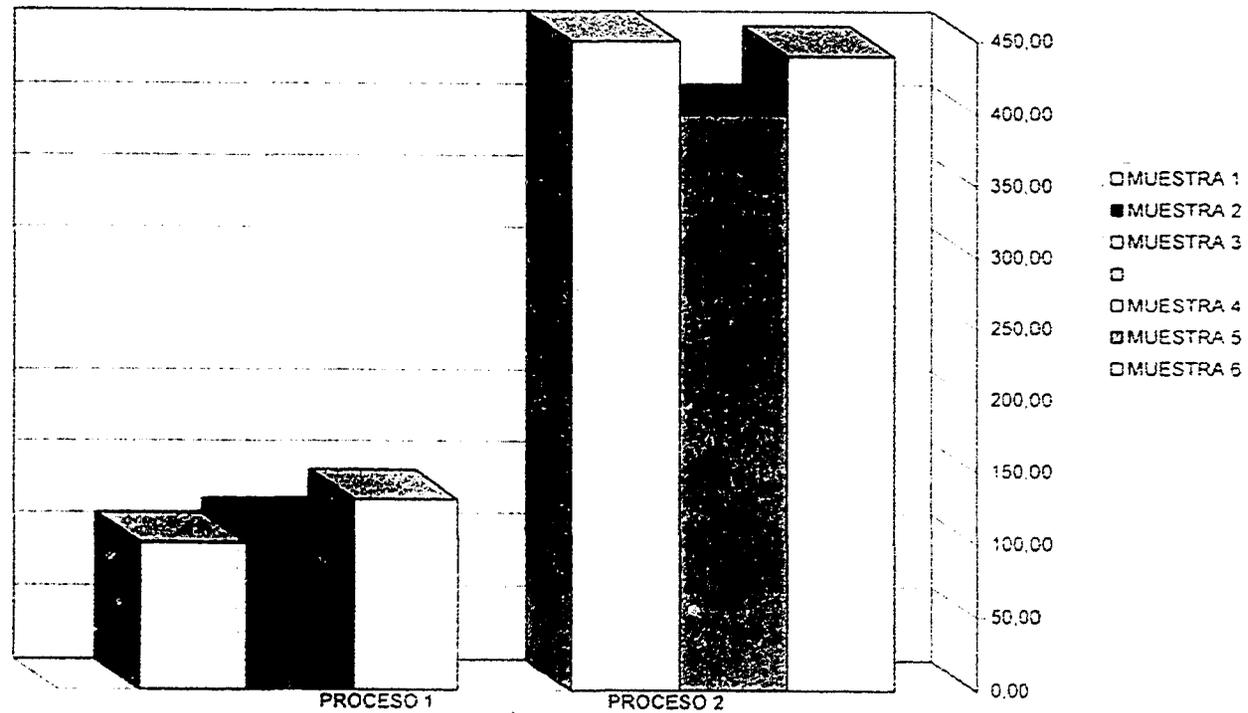


FIGURA 15. ANALISIS MICROBIOLÓGICOS EN SEIS MUESTRAS DE MEDIO AMBIENTE (AIRE) DEL AREA DEL DESOLLADO Y EVISCERACION EN DOS PROCESOS DE FAENAMIENTO.

MEDIO AMBIENTE (AREA DEL LAVADO FINAL DE LA CANAL) MESOFILICOS AEROBIOS
 UFC/ 24 h

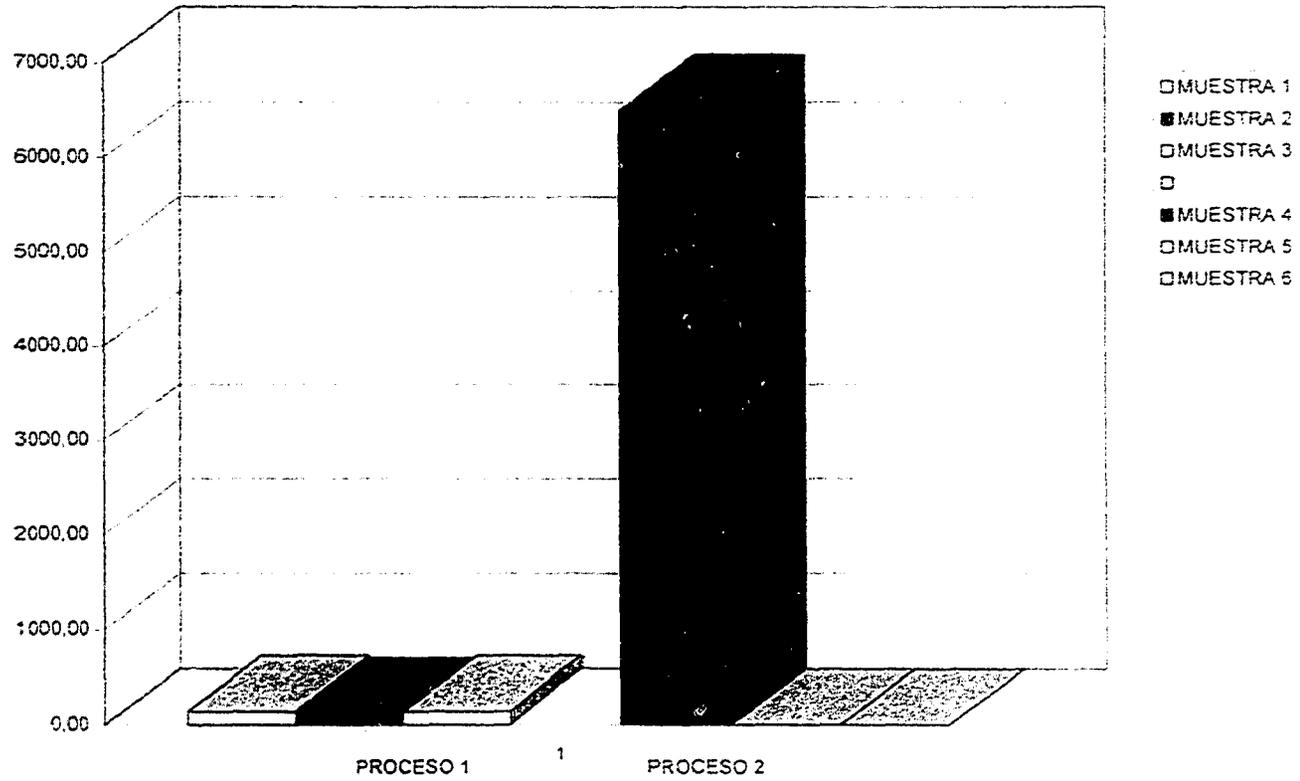


FIGURA 16. ANALISIS MICROBIOLÓGICOS EN SEIS MUESTRAS DE MEDIO AMBIENTE (AIRE) DEL AREA DEL LAVADO FINAL DE CANALES, EN DOS PROCESOS DE FAENAMIENTO

MEDIO AMBIENTE (AREA DE REFRIGERACION) MESOFILICOS AEROBIOS UFC/ 24 h

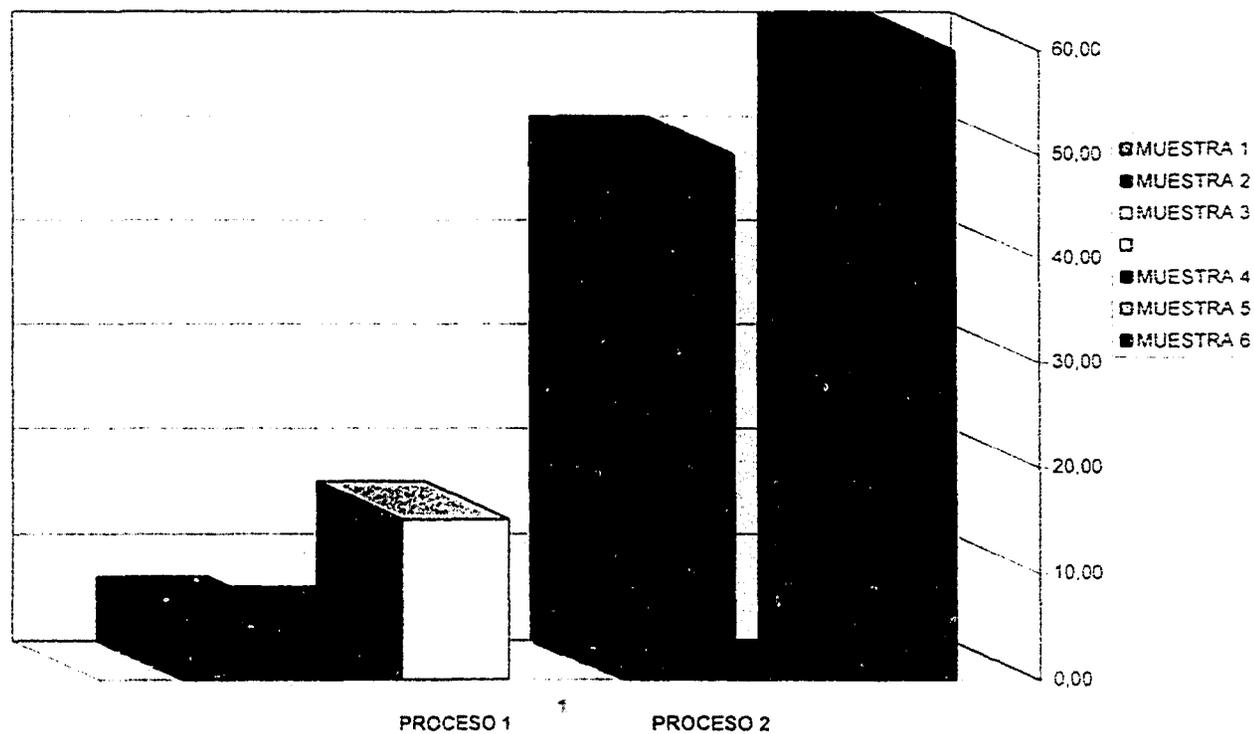


FIGURA 17. ANALISIS MICROBIOLOGICO EN SEIS MUESTRAS DE MEDIO AMBIENTE (AIRE) DEL AREA DE REFRIGERACION EN DOS PROCESOS DE FAENAMIENTO.

Clostridium perfringens NMP/g

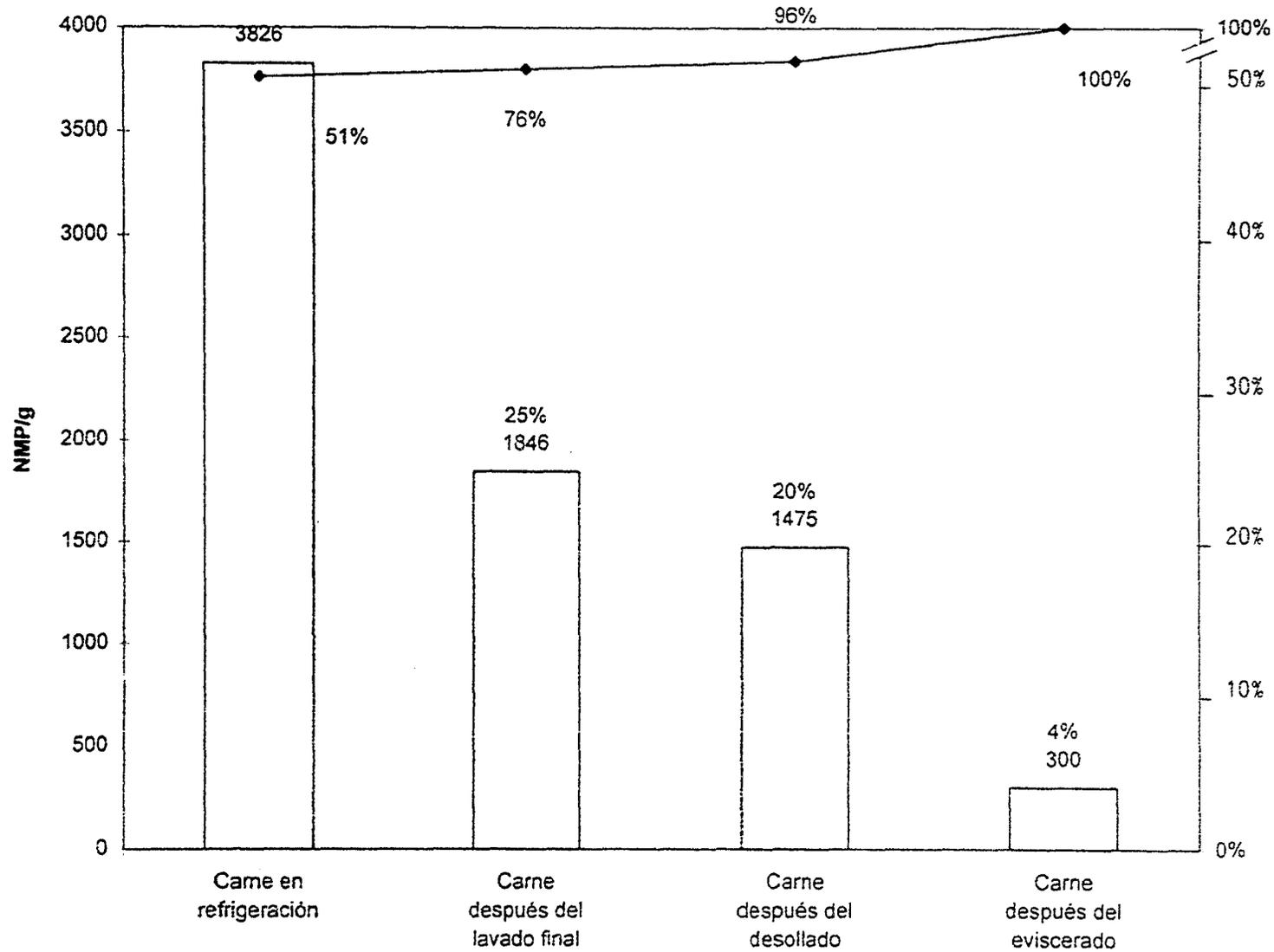


FIGURA 18. FUENTES DE CONTAMINACION POR *Clostridium perfringens* (NMP/g) EN CARNE EN CANAL, DURANTE EL PROCESO DE FAENAMIENTO DE BOVINOS EN UN RASTRO MUNICIPAL TIPO.

MESOFILICOS AEROBIOS UFC/ml.

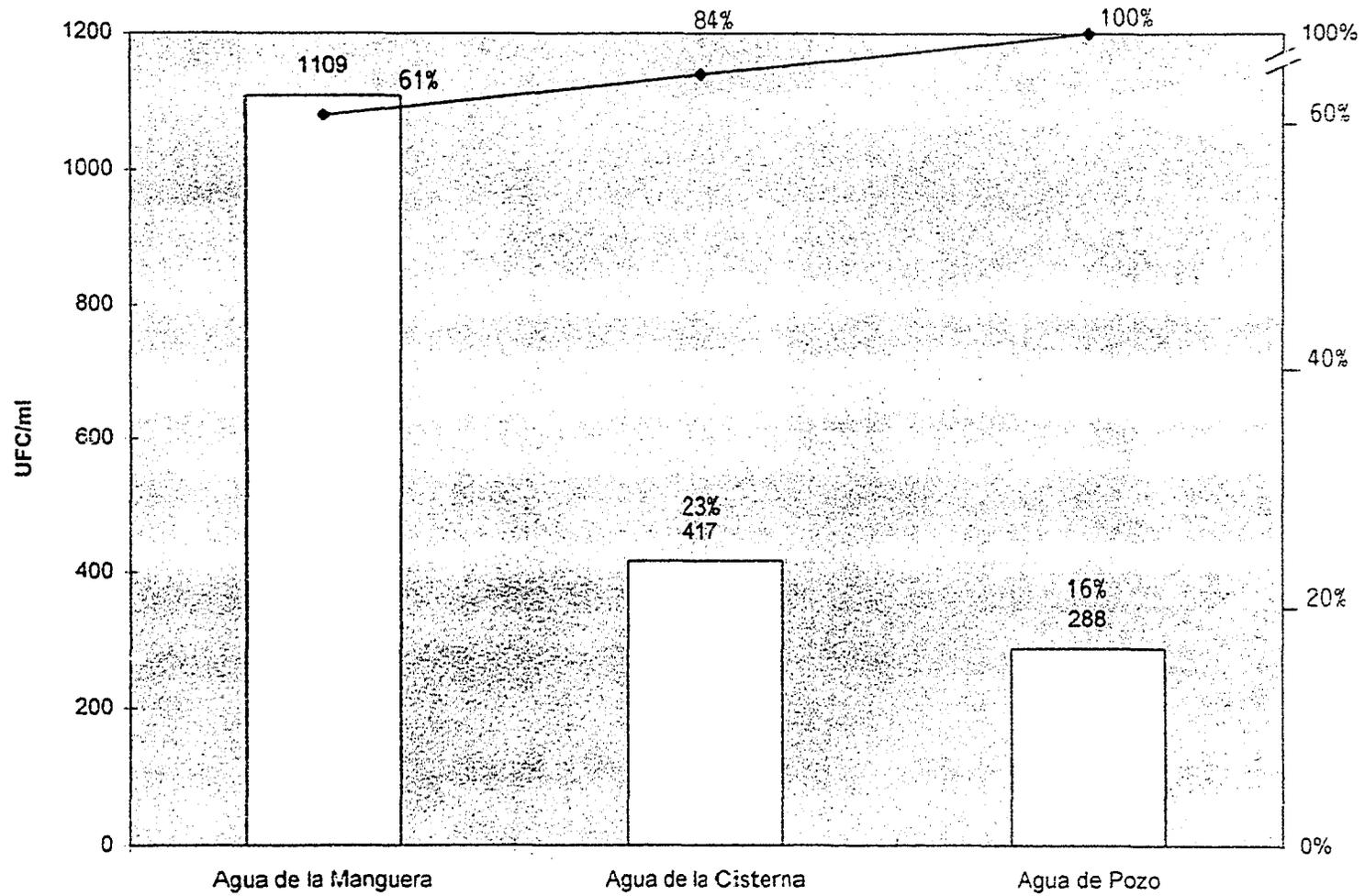


FIGURA 19. FUENTES DE CONTAMINACION POR MESOFILICOS AEROBIOS (UFC/ml.) EN EL AGUA DURANTE EL PROCESO DE FAENAMIENTO DE BOVINOS EN UN RASTRO MUNICIPAL TIPO.

COLIFORMES TOTALES (NMP/100ml.)

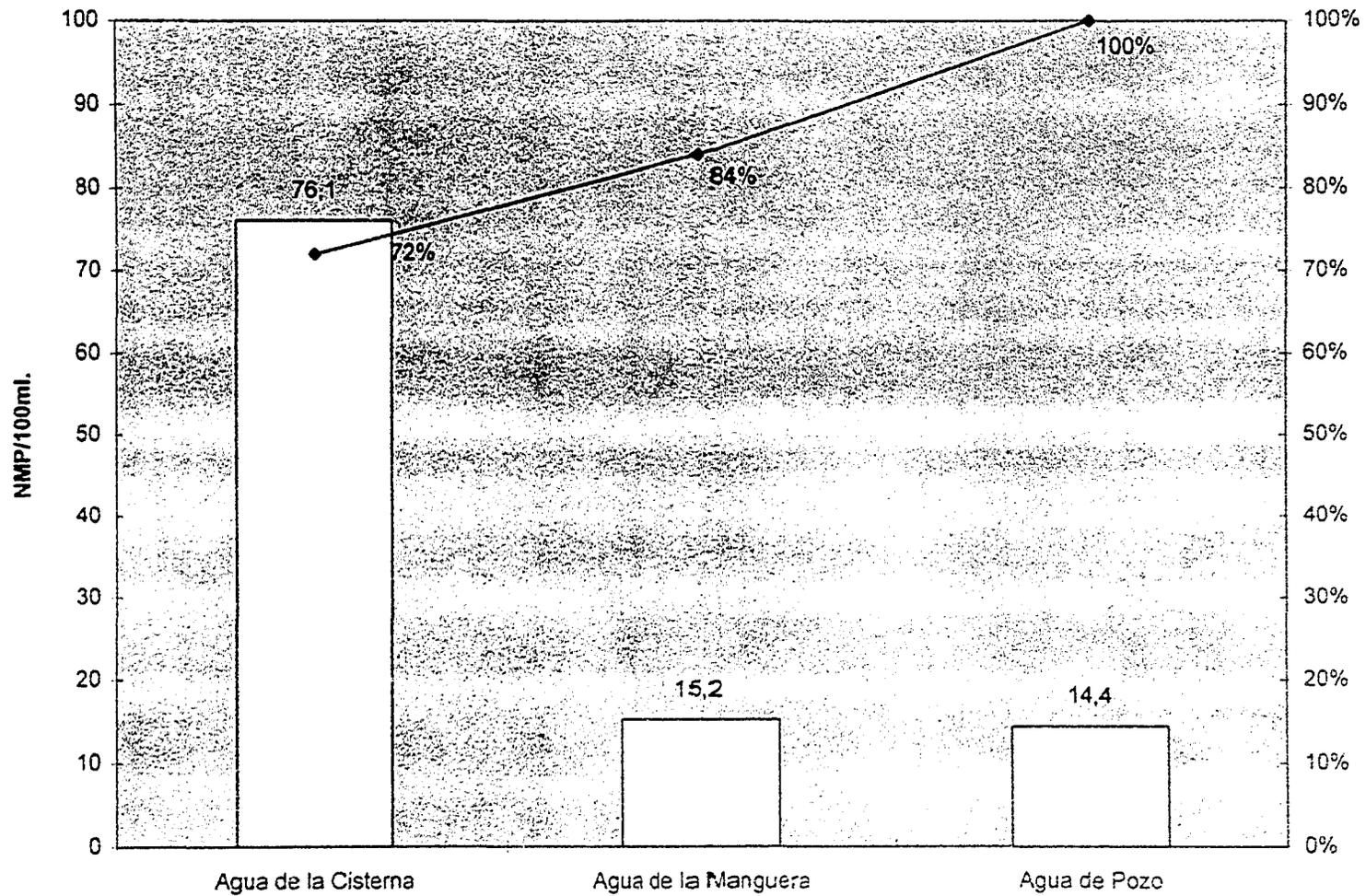


FIGURA 20. FUENTES DE CONTAMINACION POR COLIFORMES TOTALES (NMP/100ml.) EN EL AGUA DURANTE EL PROCESO DE FAENAMIENTO DE BOVINOS EN UN RASTRO MUNICIPAL TIPO.

MESOFILICOS AEROBIOS (UFC/sup)

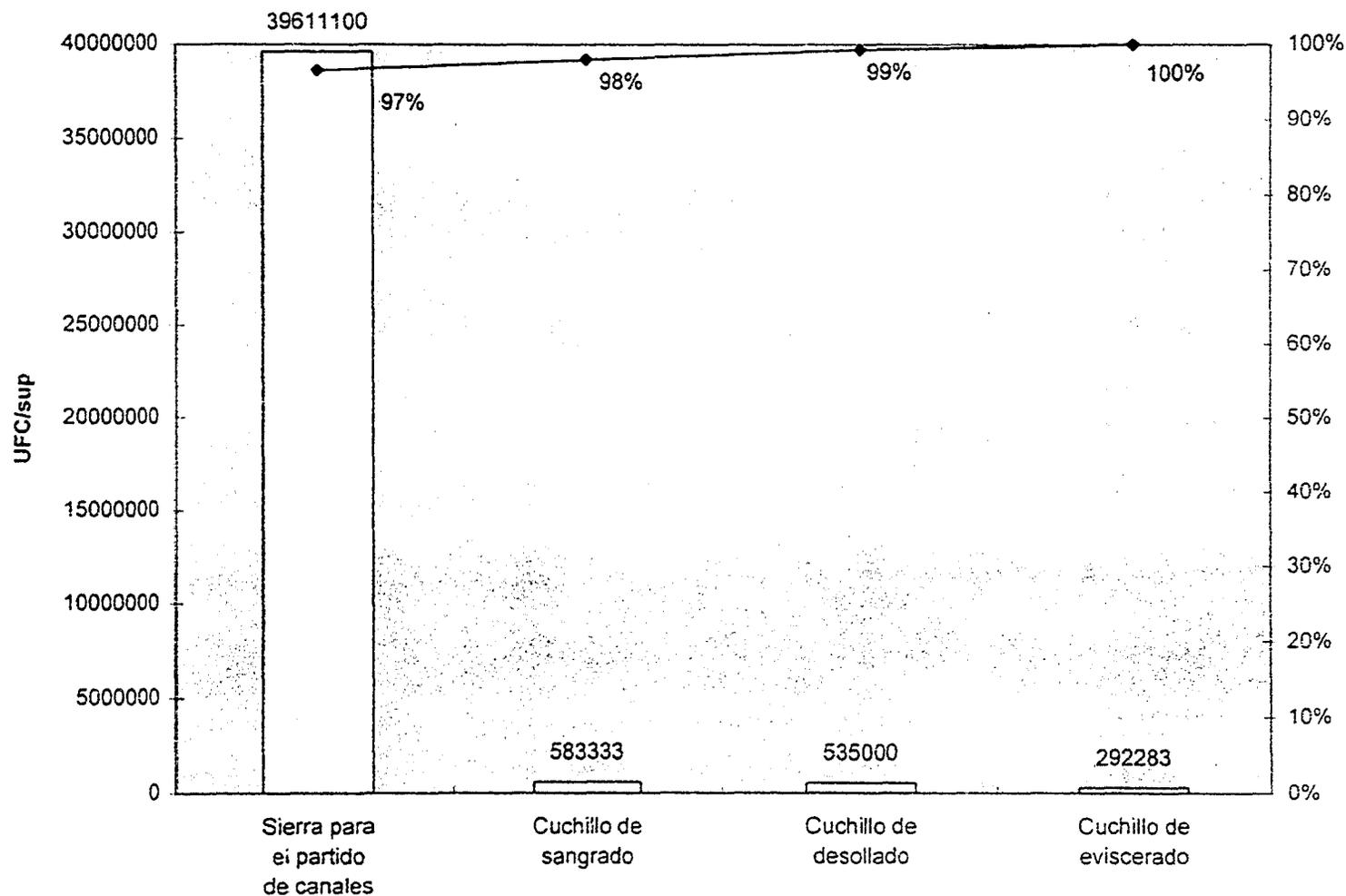


FIGURA 21. FUENTES DE CONTAMINACION POR MESOFILICOS AEROBIOS (UFC/sup) DE SUPERFICIES INERTES DURANTE EL PROCESO DE FAENAMIENTO DE BOVINOS EN UN RASTRO MUNICIPAL TIPO.

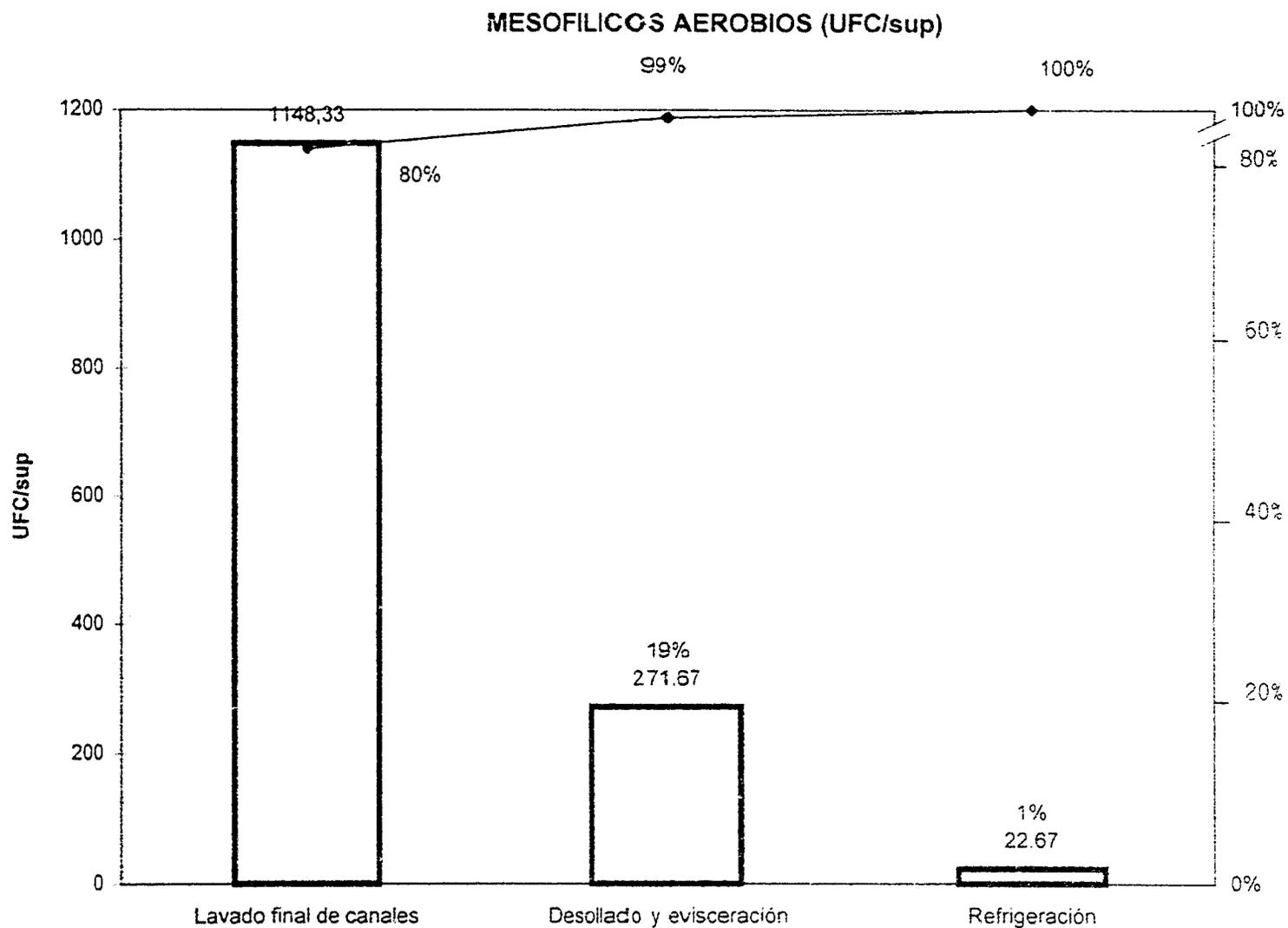


FIGURA 22. FUENTES DE CONTAMINACION POR MESOFILICOS AEROBIOS (UFC/sup) DEL MEDIO AMBIENTE DURANTE EL PROCESO DE FAENAMIENTO DE BOVINOS EN UN RASTRO MUNICIPAL TIPO.

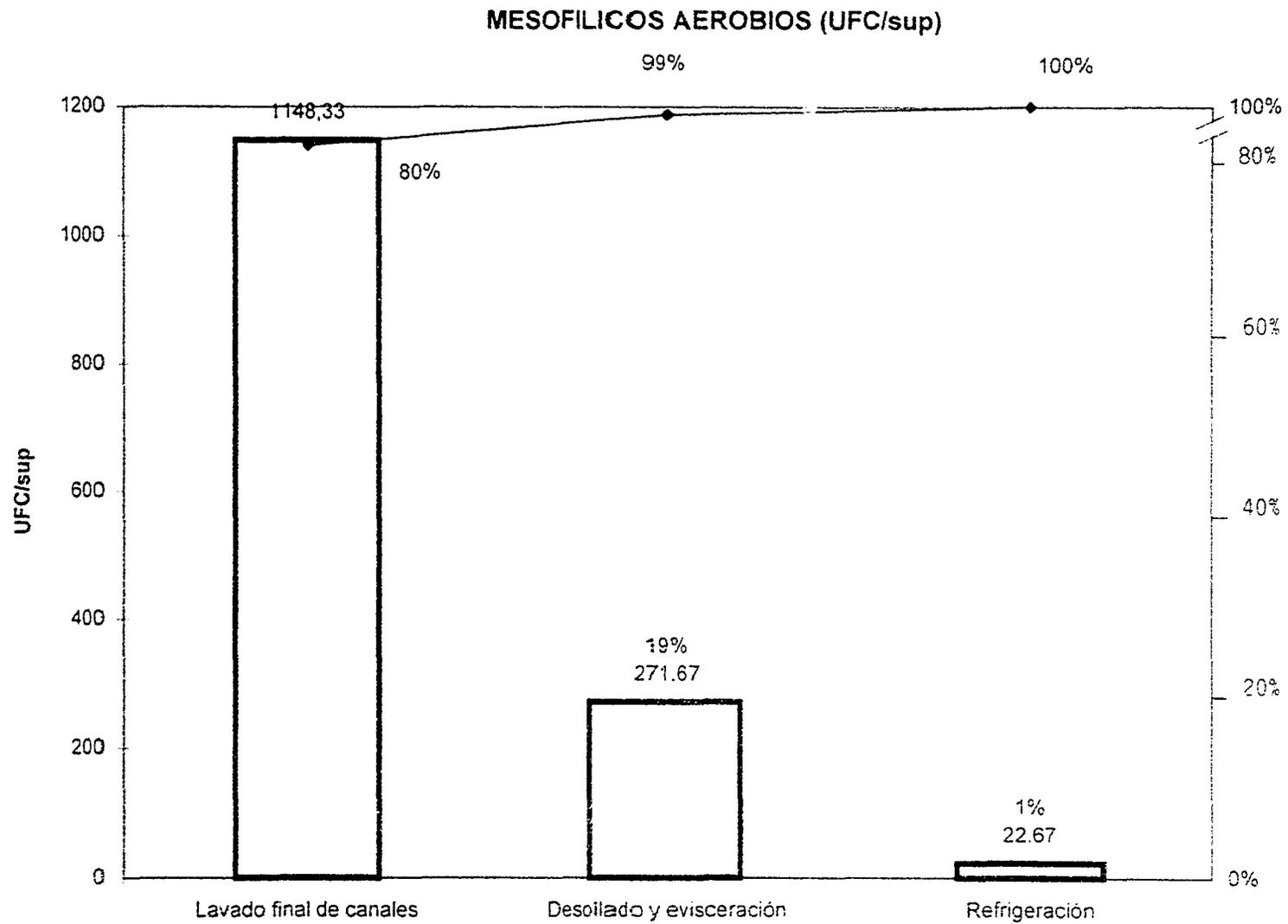
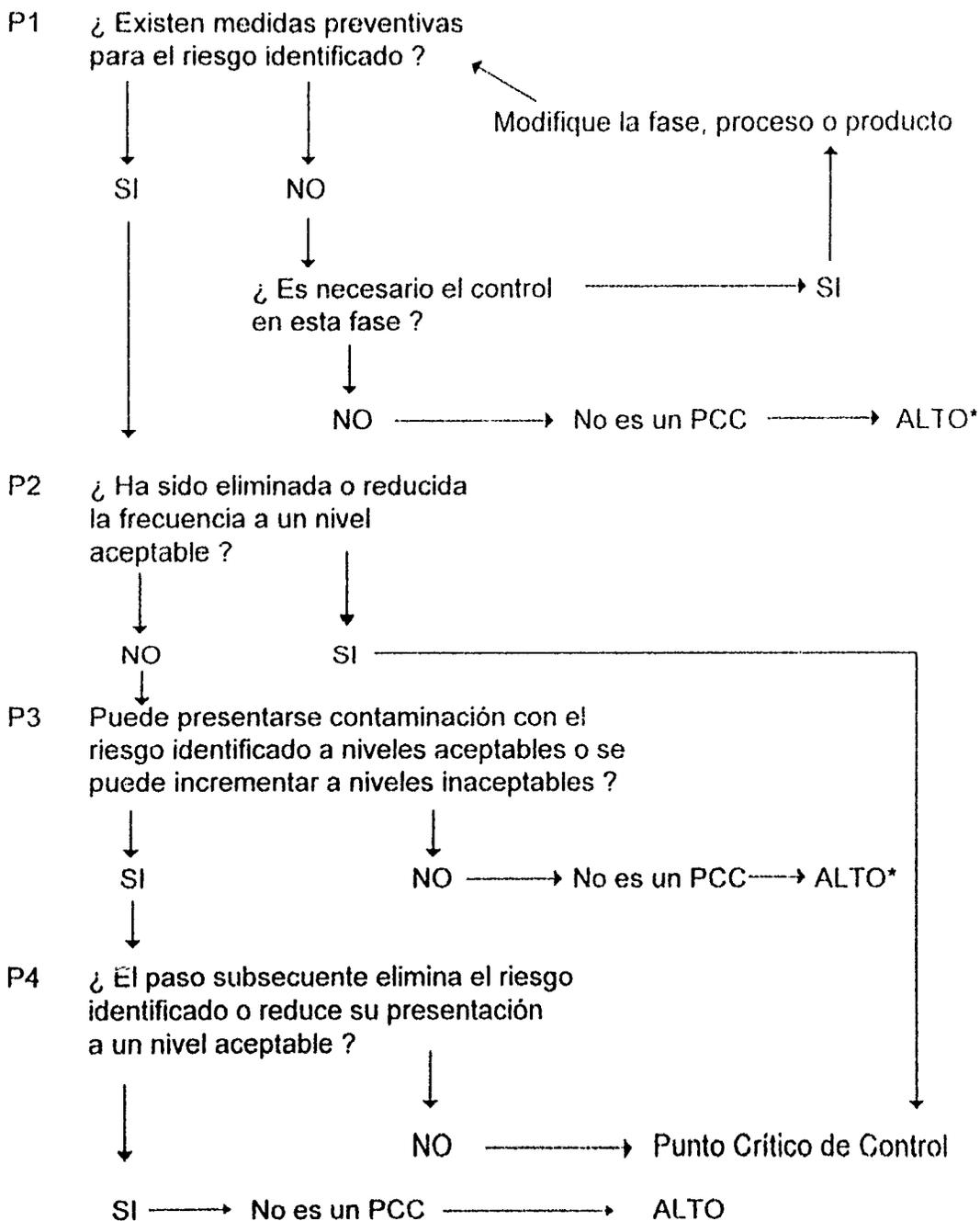


FIGURA 22. FUENTES DE CONTAMINACION POR MESOFILICOS AEROBIOS (UFC/sup) DEL MEDIO AMBIENTE DURANTE EL PROCESO DE FAENAMIENTO DE BOVINOS EN UN RASTRO MUNICIPAL TIPO

ANEXO 1. Secuencia de decisiones para establecer Puntos Críticos de Control

(Aplicación a cada paso de un proceso con un riesgo identificado)



* Proceder a la fase siguiente en el proceso descrito.

ANEXO 2

DIAGRAMA CAUSA - EFECTO
FUENTES DE CONTAMINACIÓN EN EL PROCESO DE FAENADO DE BOVINOS PARA EL ABASTO

