



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA (BPM) EN EL ÁREA DE PRODUCTOS
CÁRNICOS EN LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA, USAC**

Ana Sofía Fonseca Velásquez

Asesorado por la Inga. Silvia Carolina Estrada Rossal

Guatemala, marzo de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA (BPM) EN EL ÁREA DE PRODUCTOS
CÁRNICOS EN LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA, USAC**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ANA SOFÍA FONSECA VELÁSQUEZ

ASESORADO POR LA INGA. SILVIA CAROLINA ESTRADA ROSSAL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, MARZO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Augusto Akú Castillo
EXAMINADORA	Inga. Aurelia Anabela Córdova Estrada
EXAMINADORA	Inga. Mayra Saadeth Arreaza Martínez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA (BPM) EN EL ÁREA DE PRODUCTOS CÁRNICOS EN LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA, USAC

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha junio de 2011.



Ana Sofia Fonseca Velásquez

Guatemala, febrero de 2015

Ingeniero

Cesar Ernesto Urquizú Rodas

Director de Escuela

Ingeniería Mecánica Industrial

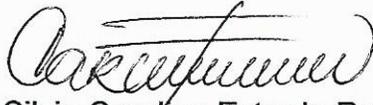
Ingeniero Urquizú:

Respetuosamente me dirijo a usted con el propósito de informarle que he procedido a la revisión del trabajo de graduación titulado **“BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA (BPM) EN EL ÁREA DE PRODUCTOS CÁRNICOS EN LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA, USAC”**.

Presentado por la estudiante Ana Sofía Fonseca Velásquez quien se identifica con carné No. 2008 18829 y después de haber realizado las correcciones pertinentes, considero que el mismo ya cumple con los objetivos que le dieron origen.

Por lo tanto, hago de su conocimiento que el trabajo de graduación se ha elaborado conforme lo planificado, en tal virtud me permito recomendar su aprobación y darse los trámites correspondientes.

Atentamente,


Inga. Silvia Carolina Estrada Rossal
Ingeniera Industrial
Asesor(a), Colegiado 7,899

Silvia Carolina Estrada Rossal
INGENIERA INDUSTRIAL
COLEGIADO 7899



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA (BPM) EN EL ÁREA DE PRODUCTOS CÁRNICOS EN LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA, USAC, presentado por la estudiante universitaria Ana Sofia Fonseca Velásquez, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Renaldo Giron Alvarado
COLUCIADO 1977
Ing. Renaldo Giron Alvarado
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, marzo de 2015.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA (BPM) EN EL ÁREA DE PRODUCTOS CÁRNICOS EN LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA, USAC**, presentado por la estudiante universitaria **Ana Sofía Fonseca Velásquez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, marzo de 2015.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA (BPM) EN EL ÁREA DE PRODUCTOS CÁRNICOS EN LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA, USAC**, presentado por la estudiante universitaria: **Ana Sofía Fonseca Velásquez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 25 de marzo de 2015

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por darme vida, y vida en abundancia; por tener misericordia de mí y los míos, porque sin Él esta etapa de mi vida no estaría presente. Aporto mi entusiasmo para hacer lo mejor que pueda; confío en que siempre estará conmigo ya que ha preparado mi camino de la mejor manera.

Mis padres

Ana Janneth Velásquez y Sergio Estuardo Fonseca. Por los esfuerzos realizados para que yo lograra terminar mi carrera profesional, siendo para mí la mejor herencia. Gracias por el apoyo, cariño y comprensión que desde niña me han brindado, por guiar mi camino con todo su amor y estar junto a mí en los momentos más difíciles.

Mis abuelos

Carlos Herminio Velásquez (q.e.p.d.), Pedro de Jesús Fonseca y Sofía de Fonseca. Sabiendo que jamás encontraré la forma de agradecer su constante apoyo y confianza, solo espero que comprendan que mis ideales, esfuerzos y logros han sido también suyos e inspirados en ustedes.

Mi hermana

María Alejandra Velásquez Estrada, porque ha sido parte importante y elemental en este éxito; por brindarme su apoyo y cariño incondicional, por compartir mis tristezas y alegrías. Sé que cuento con ella siempre.

Mi sobrino

Santiago Alejandro Peraza Velásquez, por hacer mis días más amenos y por contagiarme de su alegría y picardía. Este éxito también es tuyo.

Mi cuñado

Alejandro Peraza. Por su apoyo incondicional, sus atenciones y consejos en esta etapa final de mi carrera. Gracias por siempre estar ahí cuando te he necesitado. Sé que siempre cuento contigo.

Mi familia en general

Dedico mi triunfo profesional a lo más grande que Dios nos ha dado que es la familia, por su apoyo moral y espiritual, ya que de una u otra forma estuvieron a mi lado animándome; en especial lo dedico a mi tía Ruth de Escobar, por sus consejos y apoyo brindado en toda mi vida, porque siempre ha estado al pendiente. Sé que ella también se siente orgullosa de este logro.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de
San Carlos de
Guatemala**

Mi casa de estudios en donde pasé los mejores años de mi vida, la cual llevaré con orgullo y representaré dignamente.

**Mis amigos de la
Facultad**

Por haber estado en las buenas y malas, y por acompañarme en esta etapa universitaria; espero que la nueva etapa solo traiga éxitos y felicidad para todos. En especial agradezco a Gisela Gaitán, Alejandra López, Lervy Monzón y Emeline Paredes, por su apoyo incondicional y por enseñarme el valor de la amistad.

Inga. Carolina Estrada

Por compartir sus conocimientos y por su valiosa ayuda en la elaboración de este trabajo de graduación.

Inga. Karla Martínez

Por su apoyo y sabios consejos, y por ser una persona que apoya al estudiante y lo empuja a salir adelante.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XV
GLOSARIO	XVII
RESUMEN.....	XXIII
OBJETIVOS.....	XXV
INTRODUCCIÓN.....	XXVII
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. Historia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.....	1
1.1.1. Localización	4
1.1.2. Entorno	7
1.1.3. Misión	8
1.1.4. Visión.....	8
1.1.5. Valores	8
1.1.6. Marco legal administrativo	9
1.1.6.1. Autonomía	9
1.1.6.2. Marco legal	10
1.1.6.3. Gobierno universitario.....	11
1.1.6.4. Marco organizacional.....	12
1.1.6.5. Marco académico	12
1.2. Historia de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia ...	14
1.2.1. Objetivos.....	15
1.2.2. Visión.....	16
1.2.3. Misión	16
1.2.4. Valores	16

1.2.5.	Organigrama FMVZ.....	17
1.3.	Descripción de la granja experimental	18
1.3.1.	Definición.....	18
1.3.2.	Visión.....	19
1.3.3.	Misión	19
1.3.4.	Objetivos	19
2.	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	21
2.1.	Principales normas de trabajo.....	32
2.1.1.	En el área de destace	33
2.1.2.	En el área de elaboración de carnes	33
2.1.3.	Del vestuario	34
2.1.4.	Limpieza y desinfección de los equipos	35
2.1.5.	Limpieza y desinfección de los colaboradores	36
2.2.	Instalaciones físicas del área de proceso y almacenamiento..	38
2.2.1.	Pisos	38
2.2.2.	Paredes.....	39
2.2.3.	Techos.....	40
2.2.4.	Ventanas	40
2.2.5.	Puertas.....	41
2.2.6.	Iluminación	42
2.2.7.	Ventilación.....	42
2.3.	Condiciones de los edificios	43
2.3.1.	Ubicación.....	43
2.3.2.	Alrededores	44
2.4.	Descripción del proceso de elaboración de productos cárnicos.....	45
2.5.	Instalaciones sanitarias	46
2.6.	Programa de limpieza y desinfección.....	46

2.7.	Instalaciones para lavarse las manos.....	47
2.8.	Área de lavado de equipos y utensilios	48
2.9.	Proceso de capacitación del personal	48
2.10.	Abastecimiento de agua	49
3.	PROPUESTA DE APLICACIÓN DE LAS BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA.....	51
3.1.	Buenas prácticas de manufactura	51
3.1.1.	Partes que incluyen las buenas prácticas de manufactura.....	51
3.2.	Higiene del personal.....	52
3.2.1.	Obligaciones en casa	52
3.2.2.	Obligaciones en el área de trabajo	53
3.2.3.	Restricciones en el área de trabajo	54
3.2.4.	Estado de salud de los trabajadores.....	55
3.2.5.	Lavado de manos	56
3.2.5.1.	Cuándo lavarse las manos	56
3.2.6.	Indumentaria de protección y su uso correcto	60
3.2.6.1.	Gabacha o bata	60
3.2.6.2.	Redecilla, cofia o cobertor de cabello ..	62
3.2.6.3.	Cubrebarba.....	63
3.2.6.4.	Protector de brazos	63
3.2.6.5.	Botas	64
3.3.	Manejo de instalaciones	66
3.3.1.	Instalaciones físicas.....	66
3.3.1.1.	Entorno y vías de acceso	66
3.3.1.2.	Patios o áreas verdes	67
3.3.1.3.	Edificios	68
3.3.1.4.	Pisos.....	70

3.3.1.5.	Paredes	71
3.3.1.6.	Techos.....	72
3.3.1.7.	Ventanas	72
3.3.1.8.	Puertas	73
3.3.1.9.	Ventilación.....	75
3.3.1.10.	Iluminación	77
3.3.2.	Instalaciones sanitarias	79
3.3.2.1.	Servicios sanitarios, lavamanos e inodoros.....	79
3.3.2.2.	Vestidores	82
3.4.	Control de los procesos.....	83
3.4.1.	Diagrama de recorrido y diagrama de flujo propuesto	83
3.4.2.	Control de ingreso de cerdos	90
3.4.3.	Proceso de aturdimiento.....	91
3.4.4.	Proceso izado, sacrificio y sangrado	92
3.4.5.	Proceso de escaldado, depilado y destace	95
3.4.6.	Proceso de pesado y empaque.....	99
3.4.7.	Área de cámaras y almacenaje de PT	100
3.4.8.	Área de preparación de carnitas y chicharrones ..	101
3.5.	Limpieza y desinfección de equipos y utensilios	105
3.5.1.	Servicio de agua.....	107
3.6.	Control de plagas	108
3.7.	Trazabilidad.....	108
3.8.	Verificaciones y seguimiento del programa BPM	109
3.9.	Cronograma de actividades	110
3.10.	Costo de la propuesta	114
3.11.	Análisis financiero de la propuesta.....	119

4.	PLAN DE CAPACITACIÓN A PERSONAL DE ÁREA DE PRODUCTOS CÁRNICOS.....	129
4.1.	El personal.....	129
4.2.	Qué es higiene del personal	129
4.3.	Las reglas básicas de higiene personal.....	130
4.4.	Obligaciones en casa	134
4.5.	Obligaciones en la planta	135
4.6.	Qué no se debe hacer dentro del área de proceso	135
4.7.	Mantenimiento preventivo.....	136
4.8.	Capacitación al personal sobre buenas prácticas de manufactura.....	137
4.8.1.	Primera fase: preparación del instructor	137
4.8.2.	Segunda fase: preparación del colaborador	138
4.8.3.	Tercera fase: demostración del trabajo	139
4.8.4.	Desempeño del colaborador.....	139
4.8.5.	Evolución de los colaboradores	139
4.8.6.	Procedimientos básicos de una capacitación de buenas prácticas de manufactura.....	140
4.8.6.1.	¿Qué son las BPM?.....	142
4.8.6.2.	Estado de salud del manipulador.....	142
4.8.6.3.	Prácticas higiénicas del manipulador de alimentos	143
4.8.6.4.	Etapas para un correcto lavado de manos.....	144
4.8.7.	Capacitaciones futuras de buenas prácticas de manufactura.....	146
4.8.8.	Procedimientos operativos estandarizados de saneamiento (POES).....	147
4.8.8.1.	¿Qué son los POES?	147

4.8.8.2.	Los cinco tópicos que consideran los POES.....	148
4.8.9.	Sistema de control de plagas	152
4.8.9.1.	Plan de trabajo de control de plagas.....	152
4.8.9.2.	Acciones para el seguimiento de control de plagas	161
5.	IMPACTO AMBIENTAL	165
5.1.	Producción más Limpia (P+L)	165
5.2.	Opciones generales de P+L en el proceso productivo	166
5.2.1.	Aturdimiento y degüelle	166
5.2.2.	Tratamiento de piel de cerdos	168
5.2.3.	Eviscerado y corte ventral	169
5.2.4.	Procesamiento de vísceras	169
5.3.	Consumo de agua	169
5.3.1.	Limpieza	169
5.3.2.	Suministro de agua	172
5.4.	Consumo de energía.....	173
5.4.1.	Refrigeración y enfriamiento.....	173
5.4.2.	Iluminación	174
5.5.	Aprovechamiento de subproductos	175
5.5.1.	Recuperación de subproductos.....	175
5.5.2.	Tratamiento y utilización de la sangre	175
5.5.3.	Manejo del estiércol	176
5.5.4.	Cueros y pieles.....	179
5.6.	Emisión de olores.....	180
5.7.	Tratamiento de residuos líquidos	181
5.7.1.	Pretratamiento.....	181

5.7.2.	Tratamiento primario.....	183
5.7.3.	Tratamiento secundario	184
5.7.4.	Reuso de aguas residuales	186
5.8.	Control de la contaminación atmosférica y ruido	187
5.9.	Manejo de desechos sólidos	188
5.10.	Experiencias exitosas en manejo medioambiental	191
5.11.	Normativas sanitarias y ambientales	194
5.11.1.	Normativas sanitarias	195
5.11.2.	Normativas ambientales	196
5.12.	Evaluación de Impacto Ambiental	197
5.13.	Parámetros de descarga de efluentes líquidos.....	201
CONCLUSIONES		203
RECOMENDACIONES		205
BIBLIOGRAFÍA.....		207
APÈNDICES		211

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.....	5
2.	Organigrama de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.....	17
3.	Mapa granja experimental Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia	18
4.	Elaboración de carnitas.....	21
5.	Elaboración de chicharrones.....	22
6.	Situación actual del área de destace.....	33
7.	Situación actual del área de elaboración de carnes.....	34
8.	Situación actual del vestuario del personal de cárnicos.....	35
9.	Situación actual de limpieza y desinfección de los equipos	36
10.	Situación actual de la limpieza y desinfección de los colaboradores ...	37
11.	Proceso de desinfección de los colaboradores	37
12.	Situación actual de los pisos del área de cárnicos.....	38
13.	Situación actual de las paredes del área de cárnicos	39
14.	Situación actual del techo del área de cárnicos	40
15.	Situación actual de las ventanas del área de cárnicos.....	41
16.	Situación actual de las puertas del área de cárnicos	41
17.	Situación actual de las lámparas del área de cárnicos.....	42
18.	Situación actual de la ventilación del área de cárnicos	43
19.	Mapa granja experimental Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, USAC	44

20.	Diagrama de recorrido proceso de elaboración de carnitas y chicharrones	45
21.	Instalaciones sanitarias del área de cárnicos	46
22.	Situación actual de las instalaciones para lavado de manos	47
23.	Situación actual de lavado de equipos y utensilios	48
24.	Bomba de abastecimiento de agua.....	49
25.	Procedimiento de lavado de manos.....	57
26.	Plano de estaciones de lavado y pediluvios por área	59
27.	Bata a utilizar dentro del área de cárnicos.....	60
28.	Gabacha a utilizar dentro del área de cárnicos.....	61
29.	Redecilla a utilizar dentro del área de cárnicos	62
30.	Cubrebarba a utilizar dentro del área de cárnicos	63
31.	Protector de brazos a utilizar dentro del área de cárnicos	64
32.	Botas a utilizar dentro del área de cárnicos	65
33.	Entorno y vías de acceso.....	67
34.	Patios o áreas verdes del sector de cárnicos	68
35.	Áreas antiplagas propuestas de cárnicos	69
36.	Instalación de áreas antiplagas.....	69
37.	Pisos propuestos para el área de cárnicos	70
38.	Paredes propuestas para el área de cárnicos	71
39.	Techos propuestos para el área de cárnicos	72
40.	Ventanas propuestas para el área de cárnicos.....	73
41.	Puertas propuestas para el área de cárnicos	74
42.	Cortinas plásticas propuestas para el área de cárnicos.....	75
43.	Tipos de extractores para el área de freído y corte de canales	76
44.	Tipo de extractor para área de servicio a personal.....	77
45.	Iluminación para el área de cárnicos	78
46.	Duchas propuestas para el área de cárnicos.....	80
47.	Servicios sanitarios propuestos para el área de cárnicos	80

48.	Lavamanos propuestos para el área de cárnicos.....	81
49.	Dispensadores para servicio sanitario.....	81
50.	Recipientes para basura	82
51.	Propuesta Diagrama de Recorrido.....	84
52.	Propuesta Diagrama de Flujo.....	85
53.	Registro de inspección de ingreso de materia prima	91
54.	Diseño de pila de acero inoxidable para captación de sangre y sólidos..	93
55.	Sanitización/desinfección de equipos y utensilios con agua caliente... ..	94
56.	Sanitización/desinfección de equipos y utensilios por agentes químicos.....	95
57.	Registro de control de tiempos y temperaturas del área de escaldado.....	96
58.	Registro de inspección <i>post-mortem</i>	98
59.	Balanza de pesado para cárnicos.....	99
60.	Canasta de piso para transporte de materia prima	100
61.	Registro de verificación de temperatura en cámaras	101
62.	Estufa industrial de acero inoxidable.....	102
63.	Olla industrial para cocción	102
64.	Registro de verificación de temperatura y hora de cocción.....	103
65.	Coladores industriales.....	104
66.	Registro de verificación de producto terminado	104
67.	Registro de trazabilidad del producto	109
68.	Equipo de verificación y seguimiento del programa BPM	110
69.	Registro de diagnóstico de plagas	155
70.	Trampa de luz UV para insectos	157
71.	Trampas de pegamento para roedores.....	158
72.	Plano de control de plagas.....	162
73.	Aprovechamiento de la sangre, opciones para rastros	176

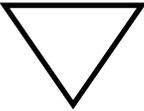
74.	Esquema del sistema de pretratamiento (sistema de rejillas inclinadas).....	182
75.	Esquema del tratamiento primario (tanque séptico de forma rectangular)	184
76.	Esquema del tratamiento secundario (filtro anaerobio de flujo ascendente)	185

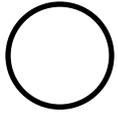
TABLAS

I.	Matriz descriptiva para la elaboración del FODA de productos cárnicos	27
II.	Matriz de ponderación oportunidades - fortalezas	29
III.	Matriz de ponderación oportunidades - debilidades.....	29
IV.	Matriz de ponderación amenazas - fortalezas	30
V.	Matriz de ponderación amenazas - debilidades.....	30
VI.	Matriz FODA del proceso de productos cárnicos.....	31
VII.	Estaciones de lavado y pediluvios por áreas	58
VIII.	Intensidad de iluminación artificial en áreas de trabajo.....	79
IX.	Clasificación de métodos de sanitización/desinfección.....	94
X.	Limpieza y sanitización de equipos y utensilios por medios manuales	106
XI.	Cronograma de actividades	111
XII.	Costo de la propuesta.....	114
XIII.	Estado de resultados del área de cárnicos	120
XIV.	Cálculo de índices financieros	121
XV.	Tasa mínima de rendimiento aceptable (TREMA)	123
XVI.	Cálculo del valor presente neto.....	124
XVII.	Cálculo de la tasa interna de retorno	125
XVIII.	Análisis costo/beneficio o beneficio/costo.....	126

XIX.	Contenido general de capacitaciones	145
XX.	Limpieza y desinfección	150
XXI.	Dosis de uso de insecticida para el control de plagas.....	160
XXII.	Cronograma de capacitación anual.....	163
XXIII.	Eficiencia de remoción de los sistemas de tratamiento de efluentes provenientes de la industria procesadora de la carne	186
XXIV.	Opciones para reducir el consumo de agua.....	192
XXV.	Opciones que facilitan la reducción de la carga contaminante.....	193
XXVI.	Aspectos que se consideran en la legislación sanitaria para inspección de carnes.....	195
XXVII.	Límites de vertidos nacionales para sectores industriales (descarga en sistemas de alcantarillado municipal)	201
XXVIII.	Límites de vertidos nacionales para sectores industriales (descarga en cuerpos receptores)	202

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
	Almacenaje. Acción que ocurre cuando se tiene materia prima o producto sin movimiento, la cual está esperando ser trasladada hacia las líneas de producción para dar inicio al proceso.
cm ²	Centímetro cuadrado
pH	Coeficiente que indica el grado de acidez o basicidad de una solución acuosa.
dB	Decibeles
DBO	Demanda biológica de oxígeno
DQO	Demanda química de oxígeno
°C	Grados Celsius
Kg	Kilogramo
Km	Kilómetro
Mg/Kg	Miligramos sobre kilogramo



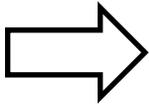
Operación o acción que ocurre cuando se está consumiendo tiempo en una actividad o se está preparando para otra operación, inspección, demora o transporte.

%

Porcentaje

P+L

Producción más Limpia



Transporte que ocurre cuando un paciente, objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro más de 1.5 metros; excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección.

GLOSARIO

Agua potable	Agua apta para consumo humano.
Alimento	Cualquier sustancia o producto, crudo o transformado, susceptible de ser habitual e idóneamente utilizado para la nutrición humana.
Aturdimiento	Se basa en una perturbación de los sentidos, ocasionada por un golpe u otra causa física o moral.
BPM	Buenas prácticas de manufactura.
Canal de cerdo	Es el cuerpo entero del animal sacrificado tal y como se presenta después de las operaciones de sangrado, eviscerado y desollado, entero o partido por la mitad, sin lengua, cerdas, pezuñas, órganos genitales, manteca riñones ni diafragma.
Carne	Es el tejido animal, principalmente muscular que se consume como alimento.
Compostaje	Materia orgánica procedente de residuos agrícolas y de la jardinería, tratados para acelerar su descomposición y ser utilizados como fertilizante.

Contaminación	Se considera contaminado el producto o materia prima que contenga microorganismos, hormonas, sustancias bactericidas, plaguicidas, partículas radiactivas, materia extraña, así como cualquier otra sustancia en cantidades que rebasen los límites permisibles establecidos.
Contaminación cruzada	Presencia en un producto de entidades físicas, químicas o biológicas indeseables, precedentes de otros procesos de elaboración correspondientes a otros productos o durante el proceso del mismo producto.
DBO	Demanda biológica de oxígeno.
Degüello	Realización de un corte en el cuello o la garganta a un animal.
Desinfectar	Proceso para la eliminación o reducción a niveles inofensivos de microorganismos patógenos a través de la aplicación de productos químicos, agua caliente o vapor.
Desecho	Objetos móviles los cuales el dueño quiere eliminar o ya ha eliminado, o que deben recogerse y tratarse como desechos por el interés del público.

Diagrama de Flujo	Representación esquemática de la secuencia de fases o etapas que conforman un proceso, acompañada de los datos técnicos que sean necesarios.
DQO	Demanda química de oxígeno.
Efluente	Flujos salientes de una industria que despacha flujos de agua de un tanque de oxidación alcantarillado, a un tanque para un proceso de depuración biológica del agua. Este es el agua producto, dada por el sistema.
Faenado	La separación progresiva del cuerpo de un animal en canal y otras partes comestibles y no comestibles.
FAO	Organización para la Agricultura y la Alimentación.
FDA	Administración de Drogas y Alimentos.
FODA	Es una metodología de estudio de la situación de una empresa o un proyecto, analizando sus características internas y su situación externa en una matriz cuadrada.
Higiene	Conjunto de técnicas, conocimientos y métodos, aplicables para el control y eliminación de factores que puedan tener efectos perjudiciales en la salud de los individuos.

Inocuidad	Concepto que se refiere a la existencia y control de peligros asociados a los productos destinados para el consumo humano a través de la ingestión, a fin de que no provoquen daños a la salud del consumidor. Pueden ser alimentos y medicinas.
INPPAZ	Instituto Panamericano de Protección de Alimentos y Zoonosis.
Inspección	Proceso visual de observación cuyo objetivo es hallar características físicas significativas para determinar cuáles son normales, y distinguirlas de aquellas características anormales en el alimento.
Limpieza	Proceso de eliminación de productos indeseados.
Matadero	Cualquier establecimiento donde animales específicos son sacrificados y faenados para el consumo humano y que está aprobado, registrado y/o listado por la autoridad competente para tales propósitos.
Microorganismos	Parásitos, levaduras hongos, bacterias y virus de tamaño microscópico.
MIP	Manejo integral de plagas. Es una estrategia que usa una gran variedad de métodos complementarios, físicos, mecánicos, químicos, biológicos, genéticos, legales y culturales, para el control de plagas.

OMS	Organización Mundial de la Salud.
P+L	Producción más Limpia.
Plaga	Cualquier organismo, microorganismo o virus que descomponga, contamine o inutilice los productos alimenticios, o produzca, transmita y propague enfermedades.
POES	Procedimientos Estandarizados de Operaciones Sanitarias.
Salud	Se define como el estado de completo bienestar físico, psíquico y social, además de la ausencia de enfermedad.
Superficie de trabajo	Superficies que se utilizan como apoyo y entran en contacto con los alimentos durante el proceso y manejo normal de los productos. Dentro de esta definición se incluyen las mesas.
Trazabilidad	Capacidad de seguir el recorrido de un alimento a través de la(s) etapa(s) especificada(s) de producción, procesamiento y distribución.
Tubería	Conjunto de tubos utilizados para la conducción de agua, vapor y otras sustancias.

Utensilio

Cualquier enser de uso manual utilizado durante el proceso de manipulación y elaboración. Dicho término abarca instrumentos de corte, peladores, coladores y otros muchos similares.

RESUMEN

Las buenas prácticas de manufactura (BPM) como directrices abarcan una extensa red de campos estrechamente relacionados, que deberán considerarse para la elaboración de alimentos inocuos. Dentro de ellos se puede mencionar el ambiente en el que se preparan y manipulan los alimentos, la materia prima y su almacenamiento, los utensilios, equipos y procesos utilizados, así como los lineamientos que deberán captar las personas que tienen el contacto directo con los alimentos dentro y fuera del área de trabajo.

Dentro de los medios para verificar el estado actual de la institución es necesaria la utilización de herramientas de ingeniería a través de un análisis FODA, y con ello se genere el análisis del área de productos cárnicos de la granja experimental de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC).

Es de vital importancia inducir y capacitar al personal para que conozcan los procedimientos necesarios en el cumplimiento de las buenas prácticas de manufactura, a través de un programa de capacitaciones y herramientas que ayuden al personal a recordar las normas y demás información que sea necesaria para ejecutar el proceso de manera correcta, y a través de formatos y verificación constante, mantener un control del cumplimiento de las estipulaciones.

OBJETIVOS

General

Elaborar un manual de buenas prácticas de manufactura (BPM) en el área de productos cárnicos en la granja experimental de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, basado en la reglamentación vigente.

Específicos

1. Definir la metodología para la correcta manipulación de los alimentos y así minimizar riesgos y enfermedades que estos puedan transmitir a los consumidores.
2. Establecer las normas y procedimientos de higiene dentro del área de productos cárnicos de la granja experimental.
3. Diseñar un plan de capacitación para todas las personas que puedan tener contacto en este proceso
4. Garantizar la inocuidad de los productos elaborados dentro del área de cárnicos en la granja experimental.
5. Generar información en el área de productos cárnicos, con el fin de mejorar la situación actual en temas de producción más limpia.

INTRODUCCIÓN

Las diferentes empresas y establecimientos que se dedican a la elaboración y comercialización de alimentos se enfrentan diariamente con el reto de lograr mantener la inocuidad de los mismos, y por consiguiente la satisfacción de los clientes.

Estas empresas y establecimientos tienen como objetivo principal la búsqueda y aseguramiento de un plan o sistema que certifique la calidad de sus productos.

Las buenas prácticas de manufactura (BPM) o *good manufacturing practices* (GPM) son un conjunto de herramientas que se implementan en la industria de la alimentación para la obtención de productos seguros para el consumo humano, el cual se centraliza en la higiene y manipulación de los alimentos, para contribuir a un aseguramiento de una producción de alimentos seguros e inocuos para el consumo humano. Las buenas prácticas de manufactura son indispensables y es uno de los prerrequisitos principales para la aplicación del sistema HACCP (análisis de peligros y puntos críticos de control), de un programa de gestión de calidad total (TQM) o bien de un sistema de calidad como la Norma ISO 9000.

Los ejes principales de las buenas prácticas de manufactura (BPM) son una serie de metodologías utilizadas para la higiene y manipulación de alimentos inocuos y de calidad, liberándolos así de las enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA).

Las buenas prácticas de manufactura son muy importantes para el funcionamiento de las empresas y establecimientos que se dedican a la producción de los alimentos. Además de ser obligatorias, algunas prácticas llevan a importantes mejoras; no necesariamente requieren de la inversión de un capital alto, en especial cuando se hace referencia a la higiene, capacitación del personal y el orden de los productos. Estas garantizan que las operaciones se realizarán de forma higiénica y segura desde la obtención de la materia prima hasta el producto terminado. Por consiguiente todos los establecimientos y personal involucrados en la elaboración de los productos, no deben ni pueden ser ajenos a la implementación de dichas prácticas.

Para la implementación de un sistema adecuado de buenas prácticas de manufactura en la industria de fabricación de productos cárnicos, se debe contar con un manual en el cual se defina la documentación necesaria para asegurar el cumplimiento de higiene y manipulación de alimentos, que garanticen su calidad total para el consumo y satisfacción de los clientes

1. GENERALIDADES

1.1. Historia de la Universidad de San Carlos de Guatemala

La Universidad de San Carlos fue fundada el 31 de enero de 1676 por Real Cédula emitida por Carlos II; abrió sus aulas en 1681 y recibió posteriormente el título de Pontificia. Desde entonces no ha cesado de cumplir con la finalidad de formar profesionales, primero con el énfasis en la Filosofía Escolástica y después de la participación del franciscano Antonio Liendo y Goicoechea a finales del siglo XVIII, con la introducción de la ciencia y tecnología de su época.

Su fundación se debió al legado del obispo Francisco Marroquín y por el aporte económico de Pedro Crespo Suárez, Sancho de Barahona e Isabel de Loaiza. En sus inicios proporcionó formación en teología, cánones, leyes, medicina y lenguas nativas (el primero de los idiomas incluidos fue el kaqchikel. Las reformas de Liendo abrieron las puertas a la física experimental, matemática y cirugía, anatomía, química, entre otras.

Desde la época del traslado de la Universidad a la Nueva Guatemala de la Asunción hasta llegar Guatemala a su independencia de España, los universitarios han acrisolado los valores de libertad, soberanía y civilidad.

El gobierno de Mariano Gálvez, después de la Independencia, convirtió la Universidad en Academia de Estudios, dentro del contexto de una reforma de la “Instrucción Pública”.

La Academia, que unificó a la Universidad de San Carlos, el Protomedicato, el Colegio de Abogados, la Academia de Derecho Teórico Práctico y la Sociedad de Amigos del País, estaba bajo el control estatal, por medio de la dirección de estudios. La misma estaba dividida en tres secciones: Ciencias Físicas y Matemáticas, Ciencias Eclesiásticas, Morales y Políticas, y Literatura y Artes.

Con la Revolución Liberal de 1871, se impuso un control sobre los estudiantes como en la época conservadora, que prevaleció hasta la llegada de José María Reyna Barrios. En 1875, el Gobierno suprimió la Pontificia Universidad de San Carlos y creó la Universidad de Guatemala, dividida en las Facultades de: Jurisprudencia, Ciencias Políticas y Sociales, Medicina y Farmacia, y Ciencias Eclesiásticas. Esta quedó bajo el control absoluto del Estado, pues de él dependían todos los nombramientos e incluso las autorizaciones de libros.

La Universidad estuvo inmersa en avances producidos al inicio del mandato de Reyna Barrios como la celebración del “Congreso Pedagógico de 1893”, la convocatoria al concurso de la letra y música del himno nacional, la reforma urbanística de la ciudad de Guatemala, que incluía la Avenida de la Reforma, el establecimiento de la Tipografía Nacional, y orientaciones en materia educativa que se desarrollaban en el país, con el señalamiento sobre la urgencia de establecer métodos positivos y el análisis científico y un sistema de cátedras por oposición. Durante el gobierno de Reyna Barrios, las juntas directivas de las Facultades serían nombradas por el Organismo Ejecutivo.

Las Facultades existentes para la época serían: Derecho y Notariado, Medicina y Farmacia (que incluía la carrera de cirujano dentista y la escuela de comadronas) e Ingeniería.

Tras la muerte de Reyna Barrios asumió el gobierno Manuel Estrada Cabrera, quien en sus primeros tres meses, en 1898, dio cierta libertad informativa y los estudiantes de Medicina organizaron la primera Huelga de Dolores, celebrada el Viernes de Dolores antes de la Semana Santa. La huelga fue suspendida en 1903 a raíz de incidentes en la Facultad de Derecho, debido a la intervención policial. Desde entonces la represión de Estrada Cabrera impidió su celebración durante los años que duró su autocracia (hasta 1920). Los valores impulsados en dicho movimiento eran: contestación, crítica y libertad.

Entre 1918 y 1920, el único centro de estudios superiores recibió el nombre de Universidad Nacional Estrada Cabrera, con las Facultades de Derecho y Notariado, además de Ciencias Políticas y Sociales, Medicina y Cirugía, Matemáticas, Ciencias Naturales y Farmacia, Filosofía, Literatura, Ciencias especulativas y Agronomía. Durante el año que duró el gobierno de Manuel María Herrera, que sustituyó a la dictadura de Estrada Cabrera, se dio autonomía a las Facultades por el decreto de la Asamblea Nacional Legislativa del 4 de mayo de 1920 y se suprimió el nombre de Estrada Cabrera.

Se nombró rector de la Universidad Nacional al jurista Salvador Falla, fundador de la Revista Universitaria, quien también pidió que se inculcara el amor a la verdad, que en la institución se formara a verdaderos ciudadanos y se desarrollara la extensión universitaria, impartándose pláticas dirigidas a los agricultores, obreros, maestros, mujeres y niños. También en ese año se formó la llamada “Generación de 1920”, restableciéndose la “Asociación del Derecho” y la “Juventud Médica” para desarrollar actividades científicas y culturales que contribuían a las actividades académicas de la Universidad, así como la Asociación de Estudiantes Universitarios (AEU).

Posteriormente, llegó al poder el general Jorge Ubico Castañeda, el 14 de febrero de 1931, que implantó una dictadura de 14 años. Para la Universidad Nacional significó una violación de su autonomía y funciones académicas.

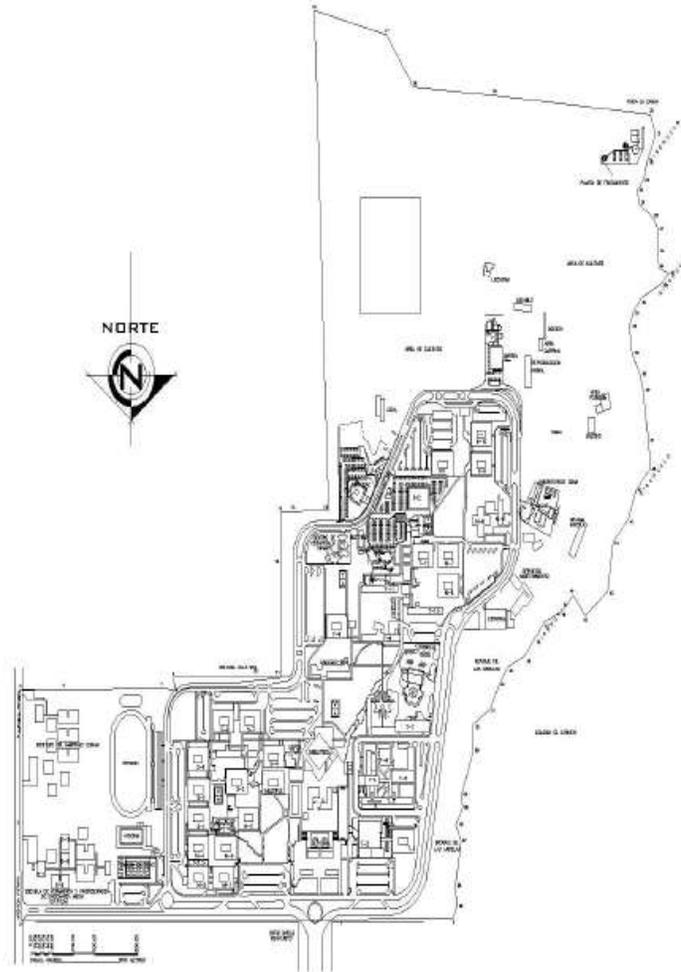
Este entorno creado por el gobierno de Ubico no permitía que la Universidad Nacional evolucionara de acuerdo con las demandas de la época, que se podían apreciar en otros países latinoamericanos como Argentina, Chile o México. Es así como la asamblea legislativa controlada por él, dispuso que las autoridades (rector, decanos y juntas directivas) fueran nombradas por el presidente de la República, inclusive hasta los catedráticos en terna propuesta por los decanos, faltando nuevamente a la autonomía ya lograda.

La universidad contemporánea autónoma y singular tuvo su origen en la Revolución de Octubre de 1944, que le otorgó la misión institucional de dirigir la educación superior del país, difundir la ciencia, técnica y cultura a todos los guatemaltecos y conceder los títulos profesionales de las diferentes disciplinas académicas impartidas en sus aulas.

1.1.1. Localización

El campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala está ubicado en la Ciudad Universitaria, avenida Petapa, zona 12. Es allí donde se albergan los edificios sede de todas las facultades y escuelas no facultativas de esta casa de estudios, a excepción de la Facultad de Ciencias Médicas y la Escuela de Ciencias Psicológicas, cuyas instalaciones fueron trasladadas desde el 2000 al Centro Universitario Metropolitano (CUM), en la 9 Avenida 9-45 de la zona 11.

Figura 1. **Mapa del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala**



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, División de Servicios Generales.

Durante la década de 1970 se dio inicio al plan de descentralización de los estudios universitarios por medio de la creación de centros regionales en los departamentos de todo el país. Dichos centros tenían como principal objetivo la enseñanza de carreras cortas de carácter técnico orientadas a los campos agrícola, pecuaria, forestal, minero, recursos marítimos y acuicultura.

Actualmente, la Universidad de San Carlos cuenta con varios centros regionales en toda Guatemala, siendo estos:

- Centro Universitario de Occidente (CUNOC), fundado en 1971, Quetzaltenango
- Centro Universitario del Norte (CUNOR), fundado en 1975, Alta Verapaz
- Centro Universitario de Noroccidente (CUNOROC), fundado en 1976, Huehuetenango
- Centro Universitario de Suroriente (CUNSORORI), fundado en 1977, Jalapa
- Centro Universitario de Oriente (CUNORI), fundado en 1977, Chiquimula
- Centro Universitario de Suroccidente (CUNSUROCC), fundado en 1977, Suchitepéquez
- Centro Universitario del Sur (CUNSUR), fundado en 1977, Escuintla
- Centro de Estudios del Mar y Acuicultura (CEMA), fundado en 1977, Ciudad Universitaria
- Centro Universitario de Petén (CUDEP), fundado en 1987, Petén
- Centro Universitario de San Marcos (CUSAM), fundado en 1987, San Marcos

- Centro Universitario de Izabal (CUNIZAB), fundado en 1994, Izabal
- Centro Universitario de Santa Rosa (CUNSARO), fundado en 2006, Santa Rosa
- Centro Universitario de Chimaltenango (CUNDECH), fundado en 2007, Chimaltenango
- Centro Universitario de Jutiapa (JUSAC), fundado en 2007, Jutiapa

1.1.2. Entorno

Los desafíos externos que presenta el entorno de la Universidad de San Carlos de Guatemala devienen relevantes por ser una institución del Estado, cuyo producto cultural, la educación superior y grado universitario, tiene una incidencia estratégica en las actividades de Guatemala.

De esta manera, la interacción entre la Universidad de San Carlos de Guatemala y su entorno, cobra especial relevancia por la dinámica que presentan las demandas cambiantes y respuestas rápidas, para estar vigente en los contextos nacionales e internacionales, frente a un sistema socioestructural de la Universidad con un movimiento inercial y desenvolvimiento tradicional.

El contexto internacional es el componente contextual dominante que presenta varias tendencias que inciden en el país y en la universidad, entre las cuales se menciona la globalización (tendencia que no es nueva), y que se inició con el descubrimiento del nuevo continente en el siglo XV, con lo cual el mundo antiguo se hizo redondo.

A partir de ese momento hubo un proceso permanente de globalización que cambia el centro de gravedad del comercio hacia el Atlántico.

1.1.3. Misión

“En su carácter de única universidad estatal le corresponde con exclusividad dirigir, organizar y desarrollar la educación superior del estado y la educación estatal, así como la difusión de la cultura en todas sus manifestaciones. Promoverá por todos los medios a su alcance la investigación en todas las esferas del saber humano y cooperará al estudio y solución de los problemas nacionales”. (Plan estratégico, USAC, 2014).

1.1.4. Visión

“La Universidad de San Carlos de Guatemala es la institución de educación superior estatal, autónoma, con una cultura democrática, con enfoque multi e intercultural, vinculada y comprometida con el desarrollo científico, social y humanista, con una gestión actualizada, dinámica y efectiva y con recursos óptimamente utilizados para alcanzar sus fines y objetivos, formadora de profesionales con principios éticos y excelencia académica”. (Plan estratégico, USAC, 2014).

1.1.5. Valores

“Dentro de la Universidad de San Carlos se practican los denominados valores compartidos, definidos como el conjunto de pautas y filtros que permiten seleccionar y aceptar o no las normas, lo cual genera actitudes y conductas que pueden tener como producto resultados positivos o negativos para la institución”. (Plan estratégico, USAC, 2014).

Los valores compartidos por todos los miembros de la Universidad de San Carlos, enmarcados dentro de su respectivo plan estratégico, son los siguientes:

- Compromiso social
- Tolerancia
- Autonomía universitaria
- Eficiencia y eficacia
- Productividad
- Ética
- Excelencia académica

1.1.6. Marco legal administrativo

Se menciona brevemente todo lo relacionado con el marco legal administrativo de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

1.1.6.1. Autonomía

La autonomía universitaria actual depende directa e íntegramente del proceso libertario y democrático de la Revolución de Octubre de 1944. Surgió de la lucha por reconquistar las libertades negadas por el sistema totalitario político que dominó a Guatemala durante tantas décadas. Los jóvenes universitarios de entonces consideraron de suma importancia el ejercicio y difusión de ideas, la libertad de gobernarse por sí mismos, el derecho a ejercer la autonomía, a gozar de la independencia política de regirse mediante sus propias leyes, órganos de gobierno y autoridades libre y democráticamente electas, y en la esfera de los valores, el derecho de independencia intelectual y cultural.

La autonomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en el actual contexto nacional, constituye el legado de aquellas generaciones, el presente de las actuales y el futuro de la nación guatemalteca. La misma depende del gobierno propio e independiente, del manejo no solo de las finanzas universitarias, sino ante todo, de las ideas y las prácticas de acción.

Los principios rectores de tal autonomía incluyen ejercer la capacidad de autogobierno, universalidad de ideas, pluralismo ideológico y político, tolerancia, dignidad de la persona y reivindicación social. Sus herramientas son el manejo propio del saber, la producción y adecuación de los conocimientos, el ejercicio de la discusión y del debate intelectual, la no sujeción a dogmas y la voluntad de brindar bienes y servicios a la sociedad guatemalteca que la sustenta.

1.1.6.2. Marco legal

La Universidad de San Carlos de Guatemala, jerárquicamente se rige por:

- La Constitución Política de la República de Guatemala, la cual en los artículos 82 y 83 le da vida jurídica, la define, señala sus fines y objetivos e indica a quién compete el gobierno universitario;
- La Ley Orgánica, Decreto legislativo número 325, de fecha 28 de enero de 1947, que señala entre otros aspectos, su función, integración y régimen;
- El Estatuto de la Universidad de San Carlos de Guatemala;
- Reglamentos y disposiciones que constantemente emite el Consejo Superior Universitario como ente legislador, los cuales desarrollan las

normas de carácter superior, tales como: reglamento de la carrera universitaria del personal académico y reglamento de relaciones laborales entre la Universidad de San Carlos de Guatemala y su personal;

- Los normativos específicos de las facultades, escuelas no facultativas y centros universitarios son emitidos, reformados o derogados por las juntas directivas o consejos directivos de las unidades académicas. Los normativos específicos de organización de unidades administrativas que dependen de rectoría son emitidos, reformados o derogados por el rector;
- Instructivos: los instructivos son emitidos, reformados o derogados por los decanos o directores de las unidades académicas y en el caso de las unidades administrativas, corresponde a los directores generales.
- La Universidad, así como las demás dependencias estatales, constantemente emite circulares que contienen instrucciones de autoridades competentes. En el ámbito externo, independientemente de su autonomía, no puede dejar de observar leyes y disposiciones de aplicación general según el ordenamiento jurídico del país, tales como la Ley de Contrataciones del Estado y la Ley del Presupuesto, entre otras. Asimismo, la Universidad de San Carlos aplica supletoriamente en su funcionamiento académico-administrativo, leyes de mayor jerarquía como el Código de Trabajo, el Código Procesal Civil y Mercantil y la Ley del Organismo Judicial.

1.1.6.3. Gobierno universitario

De conformidad con el artículo 83 de la Constitución Política de la República de Guatemala, el gobierno de la Universidad de San Carlos está

constituido por el Consejo Superior Universitario. Este a su vez está integrado por el rector (quien lo preside), los decanos de las facultades, un representante del Colegio Profesional egresado de la Universidad de San Carlos de Guatemala, correspondiente a cada facultad, un catedrático titular y un estudiante por cada una de las facultades que la conforman.

1.1.6.4. Marco organizacional

La actual estructura organizacional de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en el ámbito académico, responde al modelo Napoleónico. Este se caracteriza por el predominio de la organización por facultades y escuelas, modalidad que ha propiciado la falta de integración de las unidades académicas en áreas del conocimiento de igual o similar naturaleza, dividiendo la toma de decisiones en diversidad de estructuras, haciendo cada vez más pesada y burocrática la estructura organizativa y administrativa de esta casa de estudios.

En el ámbito administrativo, la estructura organizacional de la Universidad de San Carlos responde al enfoque tradicional de departamentalización y especialización del trabajo por funciones, dividiéndose principalmente en direcciones generales, departamentos, secciones y unidades. Como no existen criterios técnicos en cuanto a la creación de dependencias, la instauración o reestructuración de las mismas responde a proyectos aislados o a la existencia nula de estos.

1.1.6.5. Marco académico

El marco académico de la Universidad de San Carlos de Guatemala establece los principios sobre los que se fundamentan sus políticas de

investigación, docencia y extensión, de acuerdo con su filosofía, fines y objetivos.

Propicia la excelencia académica en una sociedad multiétnica, pluricultural y multilingüe, dentro de un marco de libertad, pluralismo ideológico, valores humanos y principios cívicos, que le permiten desempeñar su función en la sociedad, de forma eficaz y eficiente, tomando en consideración el contexto nacional e internacional. Eleva el nivel científico, tecnológico, humanístico y ético de profesores y estudiantes, como sujetos generadores del desarrollo eficiente e integrador de la investigación, la docencia y la extensión.

Es a través de las funciones de investigación, docencia y extensión que la Universidad de San Carlos crea, cultiva, transmite y difunde el conocimiento científico, tecnológico, histórico, social, humanístico y antropológico en todas las ramas del saber.

Evalúa periódicamente los currículos para que se vincule la docencia con la realidad y se desarrolle la sensibilidad social, tomando en cuenta los valores de verdad, libertad, justicia, respeto, tolerancia y solidaridad, estableciendo carreras prioritarias con base en las necesidades de desarrollo del país, dentro del contexto regional e internacional.

La extensión aplica el conocimiento científico, tecnológico y humanístico en la solución de los problemas de la sociedad guatemalteca. Fortalece el arte y el deporte, conserva, desarrolla y difunde la cultura en todas sus manifestaciones, procurando el desarrollo material y espiritual de todos los guatemaltecos, vinculando el conocimiento popular a los procesos de investigación y docencia.

1.2. Historia de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

La Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia fue fundada en 1957, entonces adscrita a la Facultad de Ciencias Médicas, en el denominado Paraninfo Universitario (zona 1). Trasladándose luego al campus universitario en la parte suroccidental, el 27 de septiembre de 1974, a los nuevos edificios modulares inaugurados en dicha fecha, junto con el Hospital Médico Veterinario.

Es una de las diez facultades que conforman la tricentenaria Universidad de San Carlos de Guatemala.

Con más de 50 años de existencia, ha sido centro de formación de cientos de profesionales de la medicina veterinaria y a través de su revista, trabajos y tesis publicadas, una importante fuente bibliográfica para América Central en la materia.

Cuenta con dos Escuelas: de Medicina Veterinaria y la Escuela de Zootecnia, que ocupan los edificios M-6, M-7, M-8 y M-9, además de fincas externas ubicadas en el interior del país.

En 1958 y 1959 desarrolló sus funciones en casas particulares de la ciudad capital alquiladas por la universidad (en la 5ª calle y 2ª avenida de la zona 9 primero y luego en la vía 4 y 7ª avenida de la zona 4), utilizando también la biblioteca del Jardín Botánico de la USAC en calle Mariscal Cruz y Avenida de la Reforma (zona 4). En 1960 la Facultad se estableció de forma permanente en la Ciudad Universitaria, instalándose provisionalmente en dos edificios prefabricados.

Siendo entonces el único centro de estudios de ese tipo en el área centroamericana, el 13 de septiembre de 1962 el Consejo Superior Universitario Centroamericano (CSUCA) la designó Centro Regional de Estudios de Medicina Veterinaria y Zootecnia para Centro América.

El 11 de enero de 1969 se creó la Escuela de Zootecnia, independiente de la Escuela de Medicina Veterinaria.

El 27 de septiembre de 1974 se trasladó a los nuevos edificios modulares inaugurados en la parte suroccidental del campus universitario, junto con el Hospital Médico Veterinario.

El 29 de mayo de 1996 el Consejo Superior Universitario Centroamericano (CSUCA) acreditó como carreras regionales las licenciaturas en Medicina Veterinaria y Zootecnia.

1.2.1. Objetivos

- “Formar ética, técnica y científicamente licenciados en Medicina Veterinaria y en Zootecnia que posean actitudes y valores ligadas a la acción social capaz de aplicar las técnicas médico veterinarias y zootecnistas en función de la salud animal y producción”.
- “Proporcionar a los futuros profesionales un conocimiento científico y profundo tanto en teoría como práctica, correspondiente al área de la Medicina Veterinaria y Zootecnia para proveerlos de los instrumentos con los cuales puedan estar en condiciones de contribuir a resolver los problemas del sector pecuario nacional y de la región centroamericana”.

- “Promover el conocimiento requerido para educar y entrenar a los Médicos Veterinarios y a los Zootecnistas que el país requerirá en el corto, mediano y largo plazo, diseñando programas acordes con esos propósitos. Es de suma importancia que la Facultad se involucre en el estudio y aplicación de los diferentes tipos de sistemas educativos que conllevan a la utilización de las técnicas y recursos pedagógicos modernos” (Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 2014).

1.2.2. Visión

“Ser la institución de educación superior acreditada, de referencia centroamericana en los ámbitos de la medicina veterinaria y la zootecnia, a través de la mejora continua en la docencia, investigación, extensión, servicio y difusión en la ciencia”. (Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 2014).

1.2.3. Misión

“Formar profesionales integrales y competentes en la medicina veterinaria y la zootecnia, acorde con las nuevas tendencias, así como generar y difundir ciencia en el contexto de la salud y producción animal, considerando el ambiente, bienestar animal y la seguridad alimentaria, en beneficio del ser humano”. (Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 2014).

1.2.4. Valores

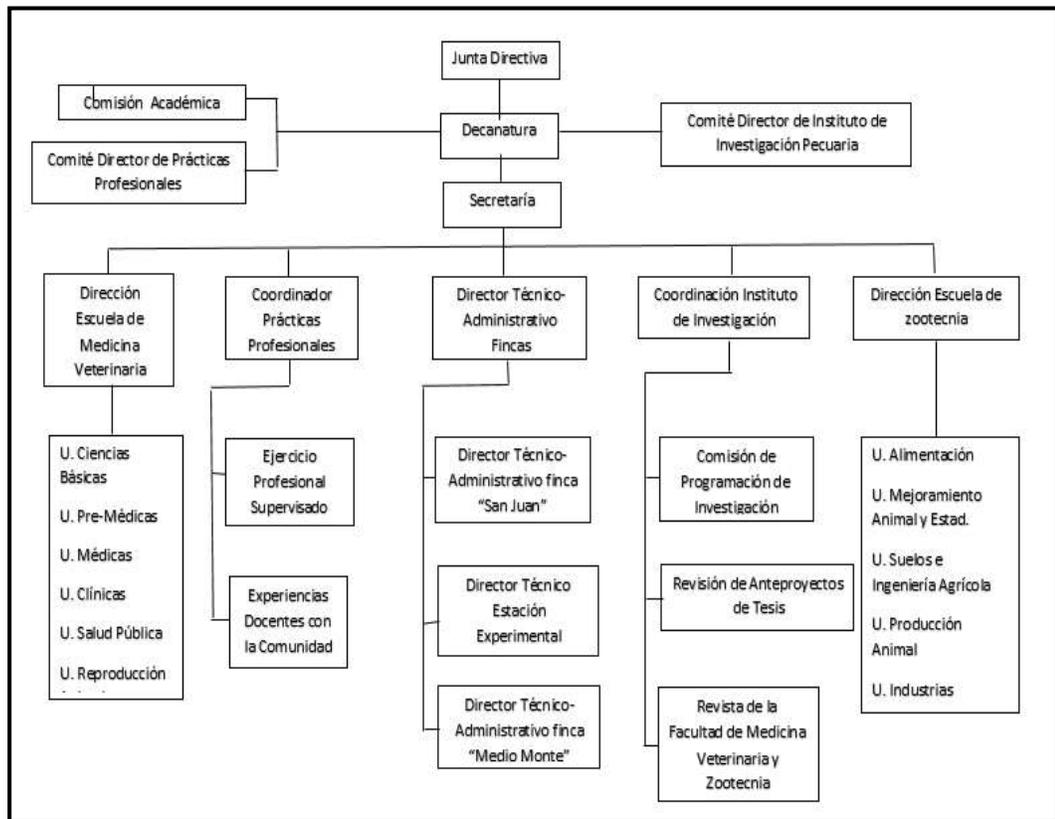
- Liderazgo
- Responsabilidad
- Ética
- Conciencia ambiental y social

- Excelencia académica
- Equidad
- Cultura científica

1.2.5. Organigrama FMVZ

Para su desenvolvimiento administrativo, la Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia, está organizada con base en el siguiente organigrama.

Figura 2. **Organigrama de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia**

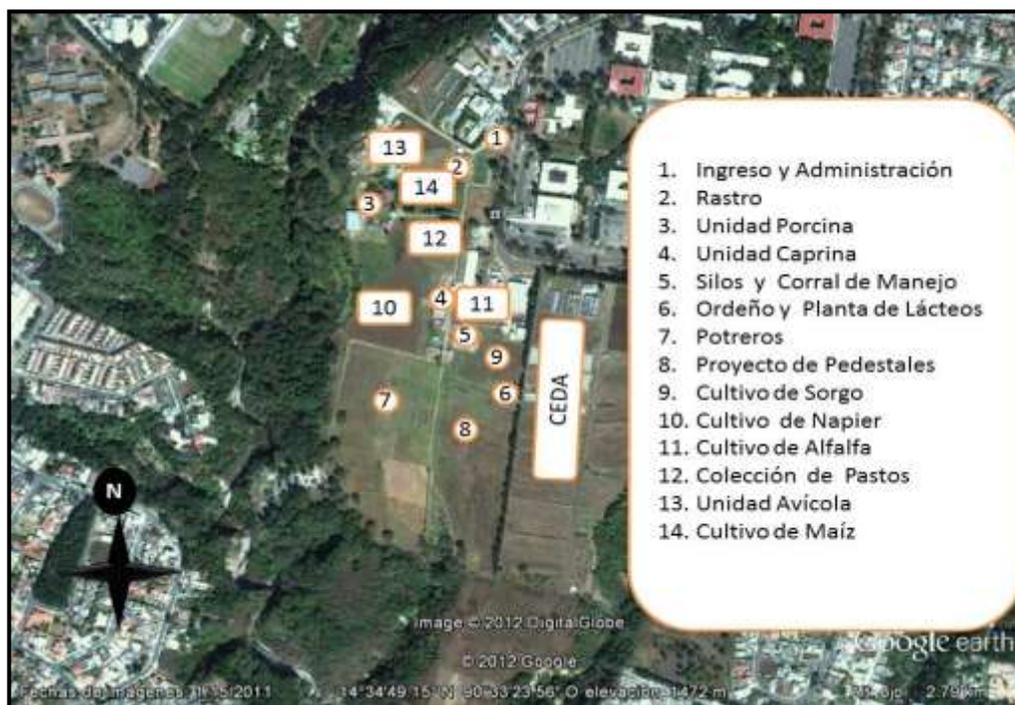


Fuente: Facultad de Veterinaria Medicina y Zootecnia, USAC.

1.3. Descripción de la granja experimental

Se localiza en la Ciudad Universitaria zona 12, ciudad de Guatemala.

Figura 3. **Mapa granja experimental Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia**



Fuente: http://www.google.es/intl/es_es/earth/. Consulta: 17 de septiembre de 2013.

1.3.1. Definición

Sistema integrado por distintas unidades que conforman los animales domésticos donde se desarrollan actividades de investigación, producción, transformación y comercialización, que tiene como objetivo terminal la formación práctica del estudiante de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

1.3.2. Visión

“Fortalecer la capacidad de los estudiantes de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia mejorando sus habilidades y conocimientos mediante la práctica de actividades cotidianas de manejo, planificación, implementación y ejecución de los puntos de investigación que surgen de estudiantes, docentes y profesionales para el desarrollo de nuevas alternativas para obtener mejoras en la productividad del sector pecuario y garantizar una producción constante a lo largo de un periodo que permita generar ingresos para mejora de las instalaciones de la granja experimental” (FMVZ, 2014).

1.3.3. Misión

“Contribuir con la aplicación práctica de los cursos impartidos en la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, brindando apoyo mediante la facilitación de insumos y recursos biológicos requeridos para las prácticas de los mismos. Facilitar el desarrollo de puntos de investigación que contribuyan como alternativas aplicables sector productivo del país” (FMVZ, 2014).

1.3.4. Objetivos

- “Incidir en los alumnos de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia para que promuevan las buenas prácticas de manejo, obteniendo así una mejora en la productividad del sector pecuario”.
- Promover que los estudiantes conozcan la importancia de su participación en puntos de investigación, así como la disponibilidad y facilidad para realizar la misma en dicha unidad piloto.

- Proporcionar el espacio para el desarrollo de prácticas docentes impartidas en los diversos ciclos de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Desarrollar en el estudiante de Medicina Veterinaria y Zootecnia las aptitudes para la práctica de investigación, mediante la aplicación de métodos y técnicas aplicables en las diferentes unidades de animales domésticos en el campo de la salud y la nutrición animal.
- Alcanzar la formación integral del estudiante mediante el proceso de enseñanza – aprendizaje, confrontando la teoría de la clase magistral con la práctica de trabajo de campo de cada una de las unidades funcionales de la granja.
- Lograr proyectarse a pequeños y medianos productores con aptitudes ligadas a la acción social, mediante la capacitación en curado y crianza de animales, mejoramiento de razas y de la producción” (FMVZ, 2014).

2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente el área de productos cárnicos se encuentra dentro de las instalaciones de la granja experimental de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, edificio M6.

En el área de productos cárnicos se utiliza como materia prima la carne de cerdo, obtenida del destace de animales porcinos; estos son reproducidos y criados en las instalaciones de la granja experimental. La carne es procesada y transformada en carnitas y chicharrones (ver figuras 4 y 5).

Figura 4. **Elaboración de carnitas**



Fuente: instalaciones de la granja experimental de FMVZ, USAC.

Figura 5. **Elaboración de chicharrones**



Fuente: instalaciones de la granja experimental de FMVZ, USAC.

El proceso que se lleva a cabo es por pedidos. Estos son atendidos de lunes a jueves en un horario de 8:00 a 15:00 horas, para entregar el producto, en la mañana del día viernes. La cantidad de materia prima a procesar depende de la demanda requerida por el cliente.

El diagnóstico situacional del proceso de productos cárnicos se realizó mediante un análisis FODA; herramienta que es de ayuda en la toma de decisiones, reconociendo las fuerzas externas (amenazas y oportunidades) y las fuerzas internas (fortalezas y debilidades) que posee dicha granja. A continuación se presenta la descripción de dicho análisis:

- Fortalezas
 - Los cerdos son reproducidos, desarrollados y engordados en la granja experimental, hasta llegar a un peso aproximado de 220 libras y 6 meses de edad, garantizando la cadena primaria del producto.

- Se cuenta con disponibilidad de materia prima para la producción requerida e insumos (manteca) para la elaboración del producto final.
- El terreno donde se encuentran ubicadas las instalaciones del área de productos cárnicos de la granja experimental, es propio de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; por lo que no se generan costos de alquiler para ejecutar la producción.
- Debido a que la misma granja experimental es proveedora del área de productos cárnicos, el costo de producción es más bajo, por ende el precio de venta es más bajo comparado con la competencia.
- El área de productos cárnicos tiene capacidad para incrementar la producción al momento de que aumentaran los pedidos de producto final.
- El producto final se caracteriza por ser fresco y de calidad en cuanto a textura crocante, cocción, olor y sabor; las cuales son peculiaridades atractivas que buscan la satisfacción del consumidor final.
- Oportunidades
 - Incrementar las ventas de productos cárnicos, dando a conocer el producto tanto interna como externamente del perímetro universitario, lo cual habilita la posibilidad de aumentar el volumen de pedidos a su capacidad máxima.
 - Proporcionar un producto inocuo, garantizando su consumo.

- Posibilidad de expansión e implementación del proceso en cada una de las sedes de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en los centros regionales.
- Optar por la diversificación de productos procesados como morcilla que es elaborada a base de sangre del cerdo y embutidos (salchichas, chorizos, longanizas y jamones).
- Potencialidad de desarrollar y diferenciar productos destinados al consumo, por alta eficiencia biológica del cerdo para actuar como carne sustituta.
- Mitigar la contaminación al medio ambiente, implementando producción más limpia.
- Debilidades
 - Existe deficiencia de buenas prácticas de manufactura tanto en el proceso de elaboración de productos cárnicos como en el personal que interviene directamente en el proceso.
 - El área de productos cárnicos carece del establecimiento y ejecución de un plan de capacitación de buenas prácticas de manufactura, que garantice la inocuidad del producto final.
 - Los desechos biológicos (vísceras, piel, etc.) del proceso de productos cárnicos son depositados en una fosa que se encuentra ubicada en los terrenos de la granja experimental; dicha fosa no

cuenta con un mantenimiento adecuado que cumpla con normas de saneamiento.

- Las utilidades anuales, obtenidas de los productos cárnicos son repartidas de la siguiente manera: 80 % es utilizado para cubrir los gastos operativos del siguiente periodo de la granja experimental, el 10 % es para la Universidad de San Carlos de Guatemala y el 10 % restante es utilizado para el área de productos cárnicos.
 - Las condiciones físicas de las instalaciones de productos cárnicos no son las óptimas para el proceso (ventilación, iluminación, techos, paredes y pisos), ya que no cumplen con la norma establecida de buenas prácticas de manufactura.
 - Actualmente los productos cárnicos son ofrecidos a un mercado local, que abarca el perímetro universitario.
 - El proceso de productos cárnicos se lleva a cabo por pedido, ya que la producción depende del volumen de pedidos existentes.
 - El producto final para mantener sus propiedades, no puede estar expuesto al ambiente por muchas horas, por ser un producto perecedero.
- Amenazas
 - La carne de cerdo es susceptible a transmitir enfermedades de forma directa o indirecta durante toda la cadena alimentaria, si no se

mantiene la inocuidad en cada una de las etapas del proceso; dichas enfermedades afectan directamente al consumidor final.

- Existencia de mercados más complejos con mayor grado de especialización e integrados por más agentes económicos.
- El tiempo de entrega es un factor determinante, ya que existe la posibilidad de que la competencia entregue el producto en un tiempo menor.
- La percepción negativa del consumidor hacia la carne porcina y la falta de campaña de promoción y difusión de la carne porcina tendiente a aumentar su consumo, impide que el cerdo se constituya en una carne sustituta.

Tabla I. **Matriz descriptiva para la elaboración del FODA de productos cárnicos**

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
FUERZAS INTERNAS	<ul style="list-style-type: none"> • Reproducción, desarrollo y engorde de los cerdos utilizados como materia prima. • Disponibilidad y producción de los principales insumos. • Inmueble propio para ejecutar el proceso productivo. • Precios bajos. • Capacidad disponible en área de producción para incrementar producción en un 40 %. • Calidad del producto final (color, sabor, frescura atractivos) 	<ul style="list-style-type: none"> • El proceso de productos cárnicos carece de buenas prácticas de manufactura. • Deficiencia en capacitación al personal en buenas prácticas de manufactura. • Falta de tratamientos de desechos biológicos. • Recurso económico limitado (10 % de utilidades). • Condiciones físicas deficientes (ventilación, iluminación, techos, paredes y pisos). • Mercado local. • Proceso se lleva a cabo por pedido. • Producto perecedero.

Continuación de la tabla I.

FUERZAS	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
EXTERNAS	<ul style="list-style-type: none"> • Posibilidad de crecimiento de ventas de productos cárnicos. • Proporcionar un producto inocuo al consumidor. • Posibilidad de diversificación de productos cárnicos. • Alta eficiencia biológica del cerdo. • Expansión del proceso en sedes regionales de la Universidad de San Carlos de Guatemala. • Mitigar la contaminación al medio ambiente, implementando producción más limpia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de enfermedades que afecten principalmente al consumidor. • Complejidad en mercados e independencia con financiamiento masivo. • Competencia con tiempo de entrega menor. • Percepción negativa del consumidor hacia la carne porcina.

Fuente: elaboración propia.

Previo a la elaboración de la matriz final, se realizó una matriz de ponderación donde se asigna el símbolo “+” a los elementos que tienen relación indirecta, un “++” a los elementos que están estrechamente relacionados (relación directa) y un “0” a los elementos que no están relacionados entre ellos.

El procedimiento se realizó para cada uno de los cuadrantes del FODA, para establecer las estrategias a implementar. La metodología es la siguiente:

Tabla II. **Matriz de ponderación oportunidades – fortalezas**

FORTALEZAS							
OPORTUNIDADES		F1	F2	F3	F4	F5	F6
	O1	+	+	+	++	+	++
	O2	++	++	0	+	+	+
	O3	+	+	0	+	+	+
	O4	+	+	0	0	+	+
	O5	+	+	+	+	+	+
	O6	+	+	0	+	+	+

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Matriz de ponderación oportunidades – debilidades**

DEBILIDADES									
OPORTUNIDADES		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
	O1	++	+	+	+	+	++	++	+
	O2	++	++	++	+	++	+	0	++
	O3	+	+	+	++	0	+	0	+
	O4	0	0	0	+	0	+	0	+
	O5	+	+	+	+	0	+	+	+
	O6	+	+	0	+	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Matriz de ponderación amenazas - fortalezas**

AMENAZAS	FORTALEZAS						
		F1	F2	F3	F4	F5	F6
A1	++	+	0	0	0	+	
A2	0	+	0	0	+	0	
A3	0	+	0	+	+	0	
A4	+	+	0	0	0	+	

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Matriz de ponderación amenazas - debilidades**

AMENAZAS	DEBILIDADES								
		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
A1	++	++	+	+	+	0	0	0	++
A2	+	+	++	+	0	0	0	0	+
A3	0	0	0	+	0	+	+	+	+
A4	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Fuente: elaboración propia.

La esquematización del análisis FODA se puede simplificar realizando una matriz cuadrada que contenga las fuerzas externas e internas de la granja experimental, lo importante es simplificar la comprensión y el entendimiento de la información recabada. La matriz presenta la información incluida en la siguiente tabla.

Tabla VI. **Matriz FODA del proceso de productos cárnicos**

PRODUCTOS CÁRNICOS	FORTALEZAS	DEBILIDADES
OPORTUNIDADES	<p>Maxi – maxi</p> <p>Mantener el precio, calidad, e incrementar la inocuidad del producto, son factores que contribuyen al incremento de las ventas y por ende un aumento en el porcentaje de utilidad. (F1,F2,F3,F4,F5, F6, O1,O2,O5)</p>	<p>Mini – maxi</p> <p>Implementar programas de capacitación al personal sobre buenas prácticas de manufactura en el proceso de productos cárnicos, garantizando la inocuidad del producto. (D1,D2,D5,D8, O1,O2)</p> <p>Implementar un programa de manejo adecuado de desechos biológicos. (D3, O6)</p>

Continuación de la tabla VI.

AMENAZAS	<p>Maxi – mini</p> <p>Realizar pruebas microbiológicas de la materia prima para garantizar el consumo seguro del alimento. (F1,F2,A1,A4)</p> <p>Realizar una planificación de pedidos de los clientes, con base en capacidad requerida y disponible, para reducir el tiempo de entrega de los pedidos. (F5, A3)</p>	<p>Mini- mini</p> <p>Desarrollar la diversificación y diferenciación de los productos cárnicos (porcinos) aprovechando la alta eficiencia biológica del cerdo para actuar como carne sustituta, reduce el porcentaje de desechos biológicos e incrementa el volumen de ventas (D3, D4, D6, D7, A2, A4).</p>
-----------------	--	--

Fuente: elaboración propia.

2.1. Principales normas de trabajo

Las normas de trabajo son muy importantes dentro del área alimenticia, ya que por medio de ellas se elabora un producto con la calidad necesaria que exigen los clientes para satisfacer sus necesidades.

Las principales normas de trabajo se describen a continuación:

2.1.1. En el área de destace

Actualmente el área de destace no cuenta con normas de trabajo (higiénicas y operativas) que respalden la inocuidad del alimento (ver figura 6).

Figura 6. **Situación actual del área de destace**



Fuente: instalaciones de la granja experimental de FMVZ, USAC.

2.1.2. En el área de elaboración de carnes

Dentro del área de elaboración de carnes, el personal operativo no lleva la secuencia del proceso, es decir, no tienen establecidas sus actividades de trabajo, lo que conlleva a que el proceso sea deficiente (ver figura 7).

Figura 7. **Situación actual del área de elaboración de carnes**



Fuente: instalaciones de la granja experimental de FMVZ, USAC.

2.1.3. Del vestuario

Las personas que laboran en el área de cárnicos únicamente utilizan botas de hule blancas y una gabacha blanca de nailon, la cual es removida a la hora de la cocción de las carnitas y chicharrones, con el objetivo de evitar accidentes como quemaduras, por el tipo de material con que están elaboradas.

A toda persona que tenga contacto o esté dentro de las áreas de cárnicos se le debe proporcionar botas de hule blancas, bata blanca de tela, cofia de tela, guantes de látex y mascarilla desechable, para así evitar la contaminación cruzada que se pueda dar en el área de trabajo (ver figura 8).

Figura 8. **Situación actual del vestuario del personal de cárnicos**



Fuente: instalaciones de la granja experimental de FMVZ, USAC.

2.1.4. Limpieza y desinfección de los equipos

Los equipos utilizados durante el proceso son: cuchillos (sirven para remover el pelo de los cerdos antes del destace), recipiente metálico (este sirve para verter agua hervida sobre el cerdo para facilitar la pelada del mismo).

Estos utensilios son desinfectados por los trabajadores del área de la siguiente manera: lavan los cuchillos con jabón (bicarbonato de sodio) y luego lo colocan en una palangana con agua clorada durante 1 minuto para la desinfección de los mismos.

Figura 9. **Situación actual de limpieza y desinfección de los equipos**



Fuente: instalaciones de la granja experimental de FMVZ, USAC.

2.1.5. Limpieza y desinfección de los colaboradores

Actualmente los colaboradores del área de productos cárnicos no cuentan con un plan de higiene que incluya la limpieza y desinfección de los mismos. El área cuenta con un servicio de duchas, las cuales están deshabilitadas por falta de mantenimiento; esto a causa de que las utilidades que se generan dentro de la granja experimental no son lo suficientemente altas para cubrir el mantenimiento de las instalaciones del área de cárnicos (ver figuras 10 y 11).

Figura 10. **Situación actual de la limpieza y desinfección de los colaboradores**



Fuente: instalaciones de la granja experimental de FMVZ, USAC.

Figura 11. **Proceso de desinfección de los colaboradores**



Fuente: instalaciones de la granja experimental de FMVZ, USAC.

2.2. Instalaciones físicas del área de proceso y almacenamiento

Brevemente se hace la descripción general de las instalaciones físicas de las áreas de proceso y de almacenamiento.

2.2.1. Pisos

Los pisos del área de productos cárnicos están elaborados de una capa de concreto con acabado liso. Este tipo de piso no es apto para la producción, ya que no posee la impermeabilidad que se necesita para el proceso (ver figura 12).

Figura 12. **Situación actual de los pisos del área de cárnicos**



Fuente: instalaciones de la granja experimental de FMVZ, USAC.

2.2.2. Paredes

Las paredes del área de productos cárnicos están sólidamente construidas con materiales duraderos (block) y con acabado liso; están cubiertas con un color de pintura blanco de aceite para la durabilidad que necesiten. En ellas no existe una curva sanitaria, la cual es esencial para el tipo de proceso que se realiza dentro del área, ya que este sistema tiene la característica de adherencia a sus muros, es integral, liso y monolítico pues permite tener áreas limpias sin captación de hongos y bacterias. Además de darle una vista decorativa.

Figura 13. **Situación actual de las paredes del área de cárnicos**



Fuente: instalaciones de la granja experimental de FMVZ, USAC.

2.2.3. Techos

El área de productos cárnicos posee un techo tipo dos aguas, una textura lisa (sin grietas), de color blanco. El techo que posee dicha área es de primera categoría, ya que está elaborado a base de acero fundido (terraza) para el proceso que se realiza.

Figura 14. **Situación actual del techo del área de cárnicos**



Fuente: instalaciones de la granja experimental de FMVZ, USAC.

2.2.4. Ventanas

Las ventanas que están instaladas dentro del área de productos cárnicos son lisas, con bases de aluminio que se abren hacia el exterior. No tienen alguna malla o mosquitero que permita que se abran las ventanas, para que la ventilación entre sin el inconveniente de que algún insecto o bicho invada e infecte los alimentos durante el proceso.

Figura 15. **Situación actual de las ventanas del área de cárnicos**



Fuente: instalaciones de la granja experimental de FMVZ, USAC.

2.2.5. Puertas

Las puertas están construidas de hierro, cubiertas con pintura de aceite de color negro. Estas abren hacia adentro del área.

Figura 16. **Situación actual de las puertas del área de cárnicos**



Fuente: instalaciones de la granja experimental de FMVZ, USAC.

2.2.6. Iluminación

El área de productos cárnicos cuenta con lámparas incandescentes estándar, tubulares, de 40 watts, con un lumen inicial de 450 y una vida útil de 1500 horas.

Figura 17. **Situación actual de las lámparas del área de cárnicos**



Fuente: instalaciones de la granja experimental de FMVZ, USAC.

2.2.7. Ventilación

La ventilación con la que se cuenta dentro del área de productos cárnicos es artificial, ya que no se puede utilizar aire acondicionado por el tipo de proceso que se realiza (ver figura 18).

Figura 18. **Situación actual de la ventilación del área de cárnicos**



Fuente: instalaciones de la granja experimental de FMVZ, USAC.

2.3. Condiciones de los edificios

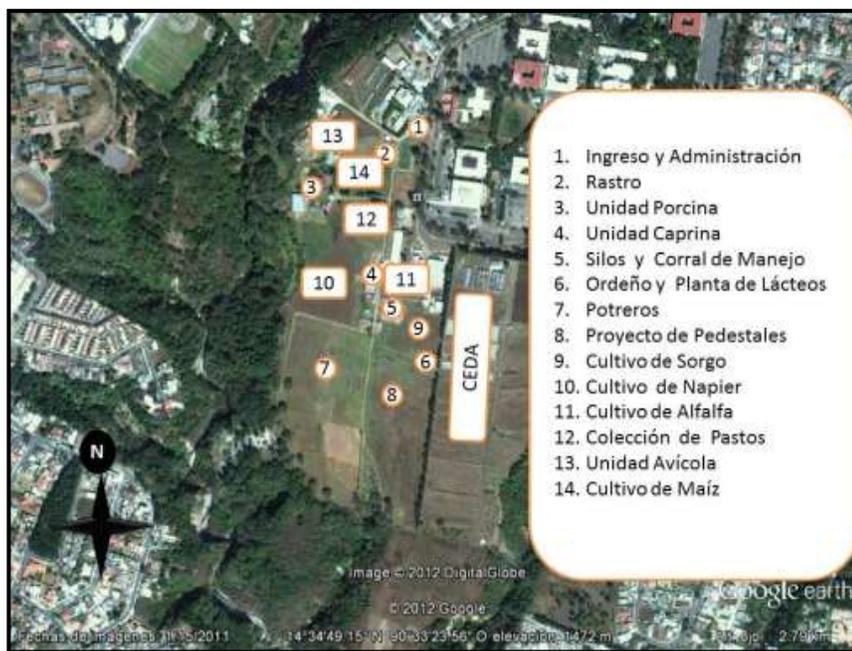
Los edificios deben estar en óptimas condiciones para la elaboración de sus productos. A continuación se hace una breve descripción de los mismos.

2.3.1. Ubicación

El área de productos cárnicos se encuentra ubicada en las instalaciones de la granja experimental de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Dado a su ubicación, los estudiantes que realizan sus prácticas no deben salir de las instalaciones del campus central, siendo esta una ventaja para retomar sus clases magistrales.

Figura 19. **Mapa granja experimental Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, USAC**



Fuente: http://www.google.es/intl/es_es/earth/. Consulta: 25 de febrero de 2015.

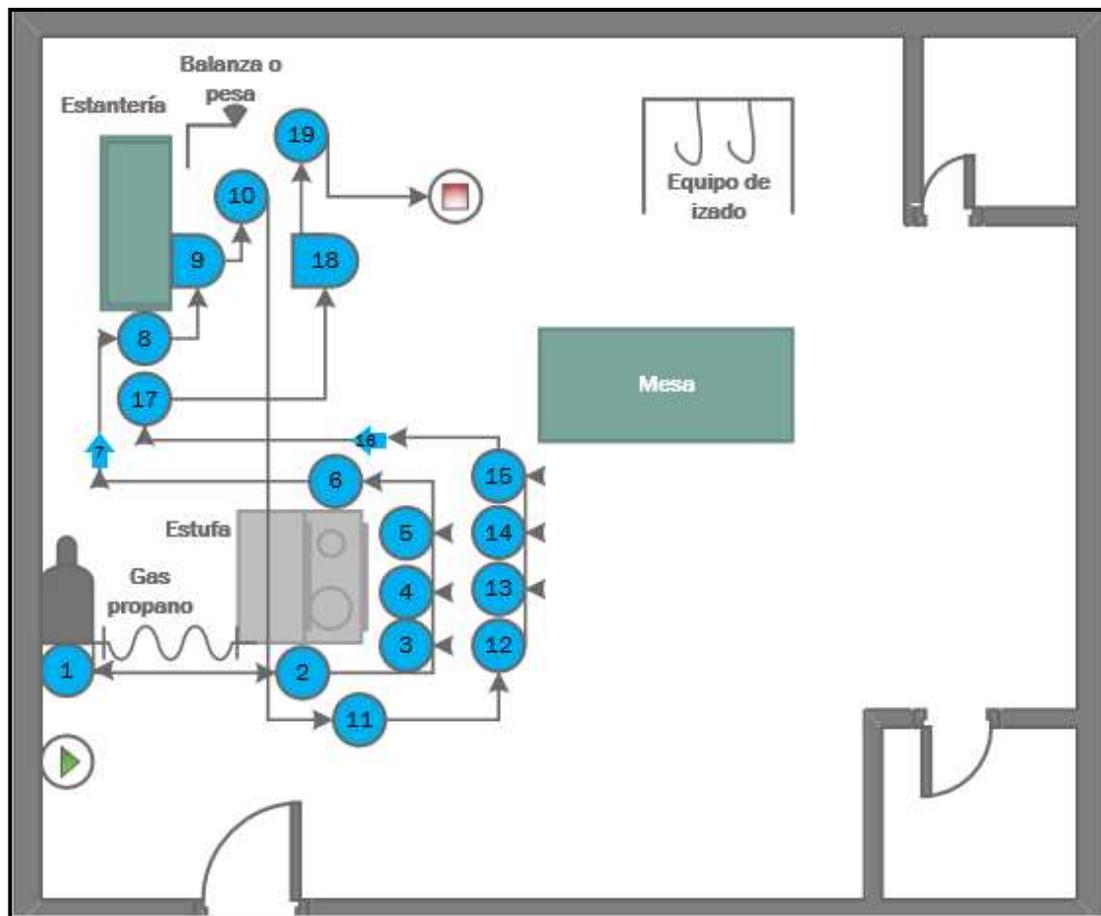
2.3.2. Alrededores

Los alrededores del área de productos cárnicos están limpios, aunque esto no descarta la aparición de algunas plagas; es decir debe dársele mantenimiento adecuado cada cierto tiempo y elaborar un MIP para mantener los alrededores en óptimas condiciones y libres de plagas.

2.4. Descripción del proceso de elaboración de productos cárnicos

El proceso de elaboración de productos cárnicos se presenta a continuación mediante un diagrama de recorrido.

Figura 20. Diagrama de recorrido proceso de elaboración de carnitas y chicharrones



Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Visio.

2.5. Instalaciones sanitarias

El área de productos cárnicos no dispone de una infraestructura y equipamiento que permita efectuar una adecuada producción y ejecutar un programa de bioseguridad (calidad y garantía en el que la vida esté libre de daño, riesgo o peligro) que garantice la inocuidad óptima de los porcinos.

Figura 21. **Instalaciones sanitarias del área de cárnicos**



Fuente: instalaciones de la granja experimental de FMVZ, USAC.

2.6. Programa de limpieza y desinfección

Actualmente el área de productos cárnicos no cuenta con un programa de limpieza y desinfección que asegure la inocuidad de los alimentos. El personal que labora en cárnicos desinfecta el área de trabajo dos veces al día (al inicio y al final del proceso).

La técnica que ellos utilizan para limpiar el área es aplicar jabón (detergente) en los pisos y luego remueven la suciedad hacia una reposadera con una escoba; dicha reposadera se encuentra ubicada en el interior del área. Es importante que se realice un estudio microbiológico durante estas dos etapas (antes y después) para tener en cuenta los microorganismos (seres vivos pequeños) no visibles al ojo, que puedan repercutir en el proceso.

2.7. Instalaciones para lavarse las manos

En el área de productos cárnicos existen instalaciones de lavado de manos elaboradas para el personal; actualmente se encuentran fuera de servicio, esto se debe a que no se les dio el mantenimiento adecuado que mantuviera las instalaciones en óptimas condiciones.

Figura 22. **Situación actual de las instalaciones para lavado de manos**



Fuente: instalaciones de la granja experimental de FMVZ, USAC.

2.8. Área de lavado de equipos y utensilios

No existe actualmente un área de lavado de los equipos y utensilios de trabajo para el proceso de cárnicos, ya que no utilizan desinfectantes que estén autorizados, para así evitar contaminación alguna de los alimentos. Únicamente se toman los equipos y utensilios, se sumergen durante 10 minutos en un recipiente que contiene agua clorada, se aplica jabón, se remueve con una esponja y se retira, para luego secarlos con un paño (ver figura 23).

Figura 23. **Situación actual de lavado de equipos y utensilios**



Fuente: instalaciones de la granja experimental de FMVZ, USAC.

2.9. Proceso de capacitación del personal

Actualmente no existe un proceso de capacitación al personal que les proporcione las habilidades necesarias para mejorar continuamente el área de producción. Esto afecta en gran parte, ya que las personas que realizan el proceso, cuentan con más de 20 años de prestar sus servicios para el área de productos cárnicos.

2.10. Abastecimiento de agua

La granja experimental cuenta con una bomba de agua, la cual se encarga de abastecer a todas las áreas que pertenecen a la misma.

Figura 24. **Bomba de abastecimiento de agua**



Fuente: instalaciones de la granja experimental de FMVZ, USAC.

3. PROPUESTA DE APLICACIÓN DE LAS BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA

3.1. Buenas prácticas de manufactura

Las buenas prácticas de manufactura (BPM) fueron promulgadas por la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA, por sus siglas en inglés) para proporcionar criterios para el cumplimiento de lo dispuesto en la Federal Food, Drug and Comestic, que ordena que todos los alimentos de consumo humano deben estar exentos de adulteración. Se pone énfasis especial en la prevención de la contaminación de los productos a partir de fuentes directas e indirectas.

“Las BPM son regulaciones que describen los métodos, instalaciones o controles requeridos para asegurar que los alimentos han sido procesados, empacados, preparados y mantenidos en condiciones sanitarias, sin contaminación ni adulteración y aptos para el consumo”. (Código de Reglamentos Federales, citado por Ledezma, 2003).

3.1.1. Partes que incluyen las buenas prácticas de manufactura

Un adecuado programa de BPM incluye controles y procedimientos relativos a:

- Higiene del personal
- Manejo de instalaciones
- Control de los procesos

- Limpieza y sanitización de equipos
- Control de plagas
- Trazabilidad
- Verificación y seguimiento al programa de BPM's
- Cronograma de actividades
- Costo de la propuesta

3.2. Higiene del personal

Se debe considerar como higiene a todas aquellas prácticas sanitarias o de limpieza, necesarias para la conservación de la salud; o bien la aplicación de todos aquellos conocimientos y técnicas necesarias para el control de factores que puedan tener incidencias negativas en la salud.

Quienes manipulan los alimentos deberán mantener un grado elevado de aseo personal. Esto incluye algunas obligaciones que deberán realizar los operarios dentro y fuera del área de trabajo.

3.2.1. Obligaciones en casa

Todas aquellas personas que laboran dentro del área de cárnicos, en sus casas, deberán mantener ciertos hábitos higiénicos, entre los cuales se estipulan:

- Bañarse diariamente
- Lavarse el cabello al menos tres veces por semana
- Vestirse con ropa limpia diariamente
- Cortarse y limpiarse las uñas frecuentemente
- Cepillarse las uñas con jabón

- No utilizar pintura ni esmalte en las uñas, ni uñas postizas
- En el caso del personal masculino, recortarse el cabello, barba y bigote regularmente.
- Evitar maquillarse
- Cepillarse los dientes diariamente

Si fuera necesario, se puede hacer uso de las instalaciones disponibles en la institución, para el cumplimiento de dichas disposiciones.

3.2.2. Obligaciones en el área de trabajo

Los operarios, en el momento de su ingreso al área de trabajo deben atender a los siguientes lineamientos:

- Quitarse todos los objetos que lleven puestos, tales como: anillos, relojes, aretes, cadenas o collares, esclavas, pulseras de cuero o tela, pelucas uñas y pestañas postizas, etc.
- Guardar los objetos personales en el casillero o área designada. Esto incluye suéteres, zapatos, joyas, revistas y periódicos. Nunca deberá guardarse alimentos en los *lockers*.
- Utilizar de manera completa la indumentaria de protección personal.
- Lavarse las manos frecuentemente.
- Los cortes y heridas, cuando se le permita al personal seguir trabajando, deberán cubrirse con vendajes impermeables y de color fluorescente.

- Reportar cualquier enfermedad o molestia al supervisor.

3.2.3. Restricciones en el área de trabajo

Dentro del área de trabajo quedan terminantemente prohibidas las siguientes actividades:

- Trabajar con camisa, suéter, *jersey*, blusa, chaqueta o cualquier tipo de ropa con manga larga.
- Comer
- Beber
- Masticar chicle o tabaco
- Conversar
- Peinarse o tocarse el cabello
- Maquillarse o pintarse las uñas
- Utilizar cualquier tipo de accesorios personales (aretes, relojes, pulseras, cadenas, anillos, etc.).
- Fumar
- Escupir
- Estornudar sobre los alimentos
- Toser encima de los alimentos
- Secarse el sudor con las manos o los brazos
- Limpiarse, sonarse, rascarse o hurgarse la nariz
- Tocarse, rascarse, limpiarse o sacudirse cualquier otra parte del cuerpo
- Cualquier otra actividad no relacionada con la preparación de alimentos
- Uso de lenguaje indebido

3.2.4. Estado de salud de los trabajadores

Un operario saludable junto a los procesos apropiados en la preparación y manipulación de alimentos, garantiza la inocuidad de los mismos; es ahí donde estriba la importancia del monitoreo constante de la salud de los trabajadores

A toda persona de la que se sabe o sospecha que padece o es portadora de alguna enfermedad o mal que eventualmente pueda transmitirse por medio de los alimentos, se le deberá denegar el acceso y alejarla de todas las áreas donde se manipulen alimentos, si existiera la posibilidad de que los contamine. Los trabajadores deben tener actualizada su tarjeta de salud por lo menos una vez al año, y para el nuevo personal, este debe ser un requisito para su ingreso.

Cualquier persona que padece alguna de las siguientes enfermedades o síntomas deberá informarlo de manera inmediata a la dirección, para que esta determine la necesidad de someter al afectado a examen médico y/o posibilidad de excluirlo de la manipulación de alimentos:

- Ictericia
- Diarrea
- Dolor de estómago
- Vómitos
- Fiebre
- Dolor de garganta con fiebre
- Tos o gripa
- Lesiones de la piel como llagas, furúnculos, cortes, mezquinos, costras, etc.

- Supuración de oídos, ojos o nariz

En el caso de corte por parte del operario, este se deberá retirar del área de operación y únicamente podrá regresar luego que la herida haya sanado o bien que esta haya sido cubierta o vendada apropiadamente, de modo que no exista riesgo de contaminación de los alimentos.

3.2.5. Lavado de manos

La limpieza de las manos constituye un aspecto de gran importancia dentro del proceso de elaboración de alimentos, pues del nivel de higiene de las mismas dependerá en gran parte el nivel de inocuidad de los alimentos. Por ello en las siguientes secciones se hace una descripción de la forma correcta en la que se debe ejecutar el lavado de manos, así como de los momentos en los que se hace necesaria esta.

3.2.5.1. Cuándo lavarse las manos

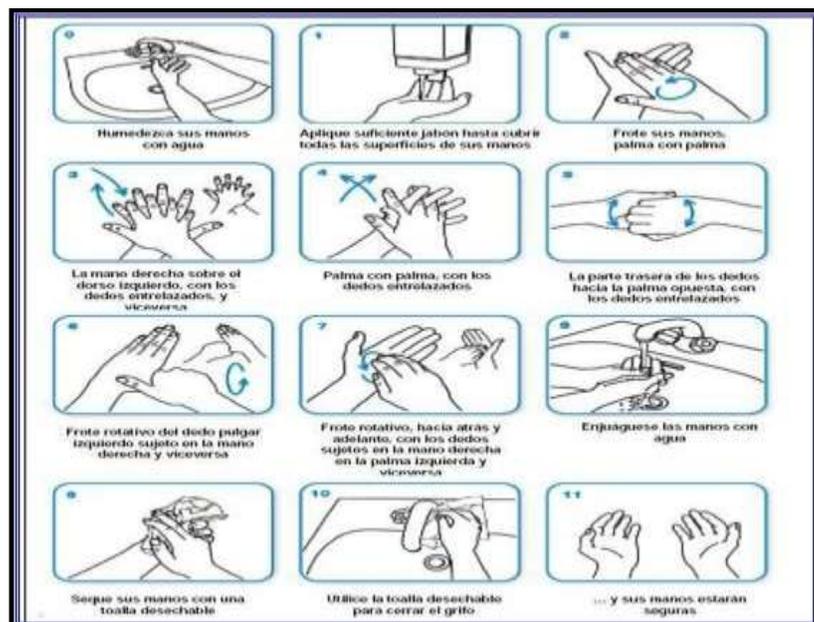
Todo operario deberá lavarse cuidadosamente las manos en las siguientes situaciones:

- Al momento de empezar a trabajar
- Al ingresar al área de proceso
- Después de manipular cualquier alimento crudo
- Previo a manipular, preparar o servir alimentos
- Cuando se cambie de actividad o producto alimenticio
- Antes de hacer uso de cualquier objeto o utensilio limpio
- Después de comer o beber
- Luego de fumar

- Inmediatamente luego de sonarse la nariz, estornudar, toser o tocarse el cabello, nariz, ojos, oídos o cualquier otra parte del cuerpo
- Posteriormente de hacer uso del servicio sanitario
- Luego de manejar perillas de puerta, trapeadores, escobas, trapos, cajas, cartones u otros artículos que hayan manejado personas con las manos sucias.
- Después de tocar o manipular basura

El correcto lavado de manos puede reducir la transmisión de enfermedades en un intervalo de entre 30 a 40 %. El procedimiento de lavado de manos deberá mostrarse gráficamente en cada estación de lavado para que los usuarios sigan los pasos correctamente. El secado de las manos deberá ser con papel toalla. Ver procedimiento de lavado de manos en la siguiente figura.

Figura 25. **Procedimiento de lavado de manos**



Fuente: www.alipso.com. Consultada: 10 de junio de 2014.

Los lavamanos deben ser activados con pedal o sensores que no permitan el contacto directo con la superficie; adicional a esto, en cada cambio de área del proceso deberá haber pediluvios para el lavado y desinfección de botas para evitar la contaminación cruzada. En total se necesitarán las siguientes estaciones de lavado y pediluvios:

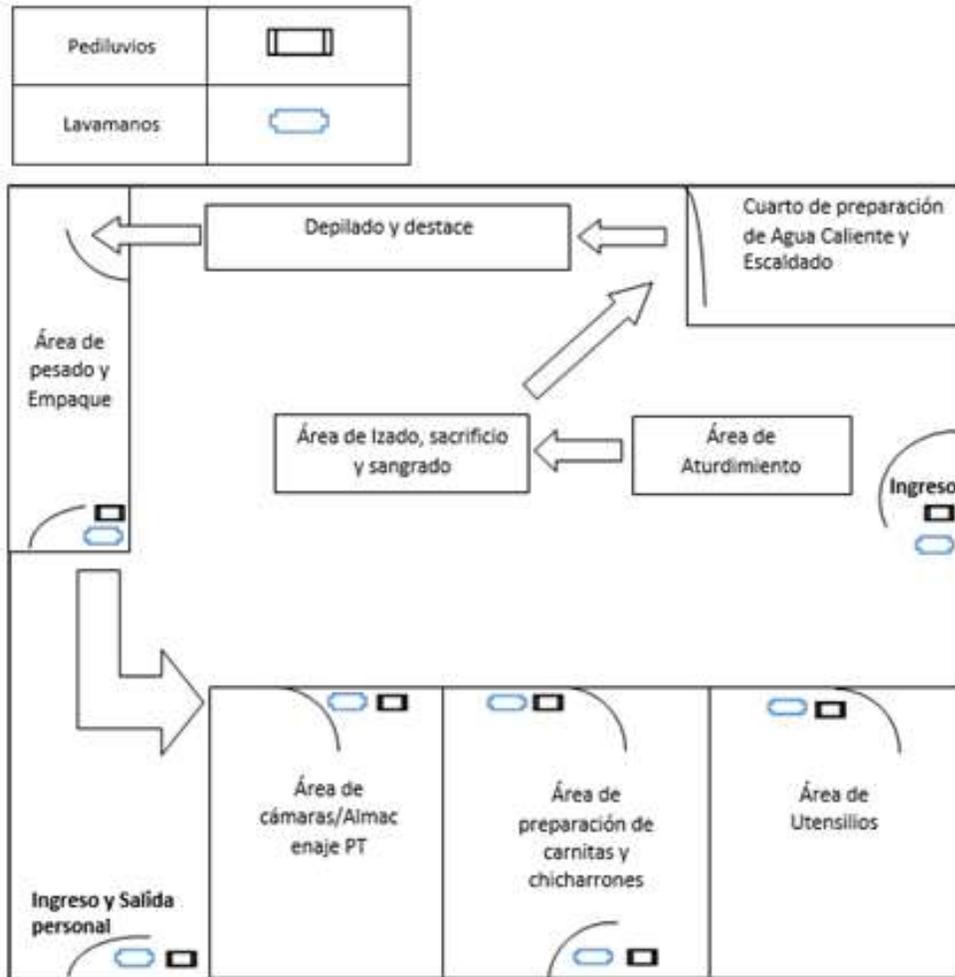
Tabla VII. **Estaciones de lavado y pediluvios por áreas**

Área	Estación de lavado de manos y pediluvio
Ingreso y salida de personal	1
Ingreso de animales	1
Ingreso y salida área de pesado y empaque	1
Ingreso y salida de área de cámaras	1
Ingreso y salida área de preparación de carnitas y chicharrones	1
Ingreso y salida de área de utensilios	1

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta un plano con las estaciones de lavado y pediluvios por área.

Figura 26. **Plano de estaciones de lavado y pediluvios por área**



Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Word.

3.2.6. Indumentaria de protección y su uso correcto

El personal del área de cárnicos deberá vestir en todo momento la indumentaria de protección personal; dicho atuendo consta de:

- Gabacha o bata
- Redecilla, cofia o cobertor de cabello
- Cubrebarba, únicamente para ser utilizado por operarios que porten barba, bigote o ambos.
- Protector de brazos, uso restringido para trabajadores con abundancia de vellos.
- Botas de hule

3.2.6.1. Gabacha o bata

Las gabachas o batas a utilizar deberán ser de color claro, regularmente blanco; únicamente con dos bolsas a los costados y nunca a la altura del pecho, sin botones y con mangas cortas (ver figuras 27 y 28).

Figura 27. **Bata a utilizar dentro del área de cárnicos**



Fuente: Elex de Guatemala, S. A.

Figura 28. **Gabacha a utilizar dentro del área de cárnicos**



Fuente: Elex de Guatemala, S. A.

Nunca se deberá utilizar gabachas o batas rotas, manchadas, sucias o defectuosas.

El cambio de gabacha o bata deberá hacerse diariamente y todas las veces que se requiera durante el transcurso de la jornada laboral. Siempre deberá de utilizarse la gabacha amarrada y la bata de forma cerrada. La gabacha o bata jamás deberá llevarse al sanitario, comedor o a cualquier otra área que no sea la de cárnicos. Si este fuera el caso, deberá cambiarse inmediatamente. Antes de cada salida del área de cárnicos debe haber sercheros para colocar las batas y gabachas. Todos los días el supervisor deberá revisar la limpieza de las gabachas y batas que porten los trabajadores. La limpieza de estas deberá correr por cuenta del área de procesados.

3.2.6.2. Redecilla, cofia o cobertor de cabello

La redecilla, como parte de la indumentaria, impide la contaminación de los alimentos con cabellos o caspa. La redecilla en su uso adecuado deberá cubrir completamente la cabellera, desde la frente hasta la nuca y de oreja a oreja. Las personas que usan el cabello largo deberán sujetarlo mediante una cola que contraste con el color del cabello o bien por medio de una trenza. Las redecillas deberán cambiarse diariamente.

Figura 29. **Redecilla a utilizar dentro del área de cárnicos**



Fuente: Elex de Guatemala, S. A.

3.2.6.3. Cubrebarba

La cubrebarba deberá abarcar completamente el área de la barba y del bigote. Desde las patillas hasta debajo de la nariz y desde debajo la nariz hasta el mentón, de modo que no quede ningún vello fuera del protector.

La cubrebarba, al igual que la redecilla, se deberá cambiar diariamente. (Ver figura 30).

Figura 30. **Cubrebarba a utilizar dentro del área de cárnicos**



Fuente: Elex de Guatemala, S. A.

3.2.6.4. Protector de brazos

El protector de brazos deberá colocarse de forma tal que cubra desde el hombro hasta la muñeca del operario, y se tendrá que cambiar todos los días. (Ver figura 31).

Figura 31. **Protector de brazos a utilizar dentro del área de cárnicos**



Fuente: Elex de Guatemala, S. A.

3.2.6.5. Botas

Las botas a utilizar en el área de cárnicos deberán ser de hule, y no poseer ninguna rotura o grieta; el pantalón deberá colocarse adentro de la misma. (ver figura 32).

Figura 32. **Botas a utilizar dentro del área de cárnicos**



Fuente: Elex de Guatemala, S. A.

Al final, cada operario deberá limpiar externa e internamente sus botas de todo residuo y colocarlas boca abajo en el área asignada. Esta área deberá estar en la salida de procesamiento y contar con estaciones de lavado y utensilios como cepillos, detergentes y desinfectantes.

Los productos y utensilios utilizados para la limpieza y desinfección deberán ser proporcionados por el área de cárnicos; los desinfectantes tienen que contar con ficha técnica y certificado sanitario aprobado por el ente que corresponda. La eficacia de los desinfectantes podrá apreciarse al eliminar todo tipo de bacterias incluidas las patógenas.

3.3. Manejo de instalaciones

Para mejorar la producción de carne porcina se debe contemplar el manejo de las instalaciones para que esta pueda alcanzar su máximo potencial productivo.

3.3.1. Instalaciones físicas

La ubicación del establecimiento no debe comprometer la inocuidad de los alimentos, por lo que se debe tomar en cuenta lo siguiente:

3.3.1.1. Entorno y vías de acceso

El acceso a las instalaciones debe estar controlado y regulado por personal de seguridad en el ingreso, el cual es el responsable de identificar a cada persona que ingrese o salga de las instalaciones.

El entorno y vías de acceso a las instalaciones deben de estar iluminados.

Se deben mantener libres de acumulaciones de materiales extraños, basuras, agua estancada, desperdicios, malezas altas, equipos mal dispuestos o cualquier otro elemento que favorezca el albergue de contaminantes y plagas (ver figura 33).

Figura 33. Entorno y vías de acceso



Fuente: instalaciones de la granja experimental de FMVZ, USAC.

3.3.1.2. Patios o áreas verdes

Los patios o áreas verdes deben estar debidamente cuidados, limpios, libres de materiales extraños, basura y limpios de maleza.

Los drenajes deben tener rejillas que impidan el ingreso de plagas y poseer desniveles hacia las alcantarillas para drenar las aguas residuales.

Figura 34. **Patios o áreas verdes del sector de cárnicos**



Fuente: instalaciones de la granja experimental de FMVZ, USAC.

3.3.1.3. Edificios

Los accesos a la parte interna deben estar dotados de barreras antiplagas, tales como trampas para roedores e insectos.

Cada área de proceso debe tener su espacio adecuado que permita un correcto flujo de equipos, proceso, materiales y personas; asimismo deberá permitir el libre acceso para minimizar el riesgo de errores en el proceso, adecuado control de calidad, limpieza en áreas, un adecuado mantenimiento de instalaciones y equipos y seguridad de trabajo. Las oficinas administrativas deben estar externas al área de procesamiento. (Ver figuras 35 y 36).

Figura 35. **Áreas antiplagas propuestas de cárnicos**



Fuente: <http://www.tecnoplagas.com.mx>. Consulta: 25 de febrero de 2015.

Figura 36. **Instalación de áreas antiplagas**



Fuente: <http://www.blogsdelagente.com>. Consulta: 25 de febrero de 2015.

3.3.1.4. Pisos

En el área de proceso los pisos son construidos con materiales resistentes a la carga que soportan y al uso para el cual fueron diseñados. Son de superficie lisa, antiderrapante, no porosos e impermeables, sin ranuras ni bordes y de fácil limpieza.

Deben tener un declive para el fácil desalojo y escurrimiento del agua hacia el drenaje, el cual debe estar tapado con rejillas fabricados con materiales lisos y resistentes; además de contar con trampas para sólidos y olores. Dichas rejillas y trampas deben ser desmontables para su fácil limpieza y desinfección. (Ver figura 37).

Figura 37. **Pisos propuestos para el área de cárnicos**



Fuente: <http://www.rbconspro.wordpress.com>. Consulta: 22 de febrero de 2015.

3.3.1.5. Paredes

Deben tener superficies lisas, impermeables, sin ángulos ni bordes que dificulten la limpieza.

Las uniones entre las esquinas y las uniones de piso-pared, pared-techo y pared-pared deben facilitar la limpieza y desinfección; para esto se deben diseñar curvas sanitarias cuyo objetivo principal es la eliminación de zonas angulares mediante el redondeo de toda unión piso–pared, con el fin de facilitar la limpieza y evitar que partículas de polvo o residuos se acumulen o depositen y queden atrapadas en estos puntos. Se recomienda la aplicación de pinturas de colores claros con la finalidad de facilitar la supervisión de la limpieza.

Figura 38. **Paredes propuestas para el área de cárnicos**



Fuente: <http://image.slidesharecdn.com/bpmacafoodsafety>. Consulta: 19 de febrero de 2015.

3.3.1.6. Techos

Los techos del área de procesamiento deben ser de tal manera que permitan su fácil limpieza; por otro lado, se deben programar revisiones de mantenimiento de los mismos para evitar filtraciones de agua, preferiblemente el color del techo deberá ser claro. Obsérvese la siguiente figura.

Figura 39. **Techos propuestos para el área de cárnicos**



Fuente: <http://www.frigopack.com>. Consulta: 21 de febrero de 2015.

3.3.1.7. Ventanas

El diseño y construcción de las ventanas deberá poseer las siguientes características:

- El diseño de las ventanas deberá facilitar la limpieza y reducir al mínimo la acumulación de suciedad y agua.

- Las ventanas exteriores que se utilizan para ventilación deberán estar provistas de una malla protectora contra plagas, fácil de desmontar y limpiar.

Figura 40. **Ventanas propuestas para el área de cárnicos**



Fuente: <http://www.grandland.com>. Consulta: 21 de febrero de 2015.

3.3.1.8. Puertas

Las puertas a implementar deberán cumplir con las siguientes especificaciones:

- Deberán tener un ancho mínimo de 0,90 metros.
- El material de construcción debe ser impermeable, no absorbente y duradero.
- Estar provistas de un brazo de retorno para permitir un cierre automático.

- La superficie debe ser completamente lisa, para facilitar su limpieza y desinfección. y estar protegida por una capa de resina anticorrosiva, inerte a los alimentos.
- En la parte inferior deberá estar instalada una banda de barrido para eliminar el espacio existente entre la puerta y el piso.
- El ajuste entre la puerta y el marco ha de ser máximo.
- El espacio de separación entre el marco y la pared deberá estar sellado.
- Ninguna puerta deberá abrir directamente hacia el lugar donde se preparan los alimentos.

Figura 41. **Puertas propuestas para el área de cárnicos**



Fuente: <http://www.intec.com.co/photos/puertas>. Consulta: 23 de febrero de 2015.

El acceso principal y aquellos que comunican al exterior deberán contar con doble puerta, que además de cumplir con los requisitos generales deberán estar provistas de cortinas de aire y cortinas plásticas.

Figura 42. **Cortinas plásticas propuestas para el área de cárnicos**



Fuente: <http://www.comercioindustrial.net/prd/otros/cortinas>. Consulta: 21 de febrero de 2015.

3.3.1.9. Ventilación

La higiene está estrechamente relacionada con el adecuado diseño del equipo de ventilación. Los vapores y olores desagradables deben ser eliminados rápidamente, para que no sean absorbidos por los productos. Además, los vapores, incluyendo el de agua, pueden reducir considerablemente la visibilidad, restando comodidad en la inspección y eficacia al trabajo.

Para evitar la formación de vapor en las salas, se debe proveer ventiladores (extractores de aire) cuando se necesite una corriente fuerte de aire para expulsar los vapores. Para este caso se recomienda utilizar los siguientes tipos de extractores según el área.

Figura 43. **Tipos de extractores para el área de freído y corte de canales**

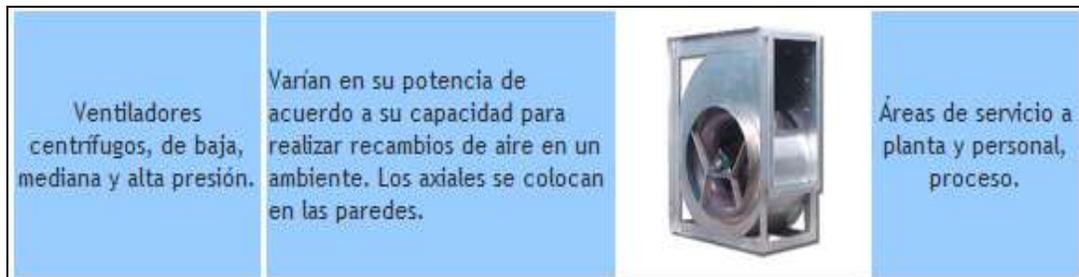
Extractores centrifugos	Se instalan junto con campanas de extracción y en procesos donde la concentración de grasa es elevada.		Procesos de freído, cocción, horneado.
Campanas de extracción	Son colocadas sobre las fuentes de calor y provistas con filtros.		Procesos de freído, cocción, horneado.

Fuente: Extractores eólicos universales de Guatemala.

En los vestidores habrá entradas de aire fresco provistas de filtros eficaces, para eliminar olores, humo y otros, e impedir la entrada de insectos y polvo.

En el área de trabajo no refrigerada y en los cuartos de vestir que dependen enteramente de medios artificiales para su ventilación, se recomienda utilizar los tipos de extractores que a continuación se presentan.

Figura 44. **Tipo de extractor para área de servicio a personal**



Fuente: extractores eólicos universales de Guatemala

3.3.1.10. Iluminación

Para mantener buenas condiciones de higiene es esencial una iluminación adecuada. Es imposible realizar en forma eficaz las tareas de higiene del matadero y limpieza de las canales, si no hay luz abundante. Las contaminaciones no se pueden evitar si no se ven bien las posibles fuentes de las mismas.

Se debe contar con iluminación adecuada en todas las áreas donde los alimentos e ingredientes son procesados, examinados o almacenados; donde se lava el equipo y utensilios, en las estaciones de limpieza y desinfección de manos y vestuarios.

Lámparas, artefactos, claraboyas u otras superficies para la iluminación, deben ser suficientemente seguras o protegidas adecuadamente para prevenir la contaminación en caso de ruptura.

Figura 45. **Iluminación para el área de cárnicos**



Fuente: <http://blog.is-arquitectura.es/lightCatcher-claraboya-inteligente>.

Consulta: 22 de febrero de 2015.

Esto puede conseguirse con un escudo protector de material irrompible, por ejemplo, Plexiglás.

En una habitación de trabajo sin refrigeración, las áreas ocupadas por las ventanas deben abarcar aproximadamente $\frac{1}{4}$ de superficie del piso.

En los lugares o en los momentos en que no se dispone de adecuada luz natural, se requiere luz artificial bien distribuida. Esta luz artificial no debe producir ninguna distorsión del color. En el área de cárnicos la intensidad total de iluminación artificial debe ser como la que se define en la tabla siguiente.

Tabla VIII. **Intensidad de iluminación artificial en áreas de trabajo**

ÁREA	INTENSIDAD DE ILUMINACIÓN
Inspección	50 pie candela
Preparación de productos	50 pie candela
Cámaras frías	Mínimo 10 pie candela a nivel de los brazuelos de la canal
Salas de trabajo	No menor de 30 pie candela
Inspección <i>ante-mortem</i>	No menor de 20 pie candela a 3 pies del piso
Inspección de canales	50 pie candela
Inspección de vísceras	50 pie candela
Inspección de carne empacada	50 pie candela

Fuente: MAGA Manual de requisitos higiénico sanitario para el diseño de instalaciones de un matadero o rastro. 86 p.

3.3.2. Instalaciones sanitarias

Las instalaciones sanitarias deberán estar en óptimas condiciones para evitar la contaminación cruzada al momento de regresar a las áreas de trabajo.

3.3.2.1. Servicios sanitarios, lavamanos e inodoros

El área asignada para aseo personal de los trabajadores debe contar con duchas, servicios sanitarios, lavamanos de pedal, dispensadores para jabón, papel toalla y recipientes para basura. (Ver las figuras 46 a 50).

Figura 46. **Duchas propuestas para el área de cárnicos**



Fuente: <http://bashny.net/uploads/images>. Consulta: 25 de febrero de 2015.

Figura 47. **Servicios sanitarios propuestos para el área de cárnicos**



Fuente: <http://www.globalindustrial.mx/c/plomeria-y-bombas/inodoros>.

Consulta: 25 de febrero de 2015.

Figura 48. **Lavamanos propuestos para el área de cárnicos**



Fuente: <http://www.supercocinasguatemala.com>. Consulta: 25 de febrero de 2015.

Figura 49. **Dispensadores para servicio sanitario**



Fuente: <http://www.plataformaarquitectura.cl>. Consulta: 25 de febrero de 2015.

Figura 50. **Recipientes para basura**



Fuente: <http://www.contactodecomercio.com.mx/images/equipo/glasdon>.

Consulta: 25 de febrero de 2015.

Los sanitarios deben situarse en el área externa al área de cárnicos, para que no tengan contacto directo con la materia prima y producto terminado. Las duchas deben estar equipadas con cortinas o puertas para privacidad de cada empleado, al igual que los sanitarios deben tener su puerta y estar abastecidos con papel higiénico.

3.3.2.2. Vestidores

Cada empleado que lo requiera deberá de disponer de un casillero para guardar sus pertenencias personales (ropa, objetos personales y equipo de seguridad). Estas áreas no deben estar en comunicación directa con el área de proceso y deben ser lo suficientemente amplias para que el personal pueda cambiarse. El casillero no debe ser objeto de depósito de alimentos.

3.4. Control de los procesos

El controlar un proceso se refiere a cómo se controlan variables inherentes al mismo para reducir la variabilidad del producto final, incrementar la eficiencia, reducir impacto ambiental y mantener el proceso dentro de los límites de seguridad que corresponda.

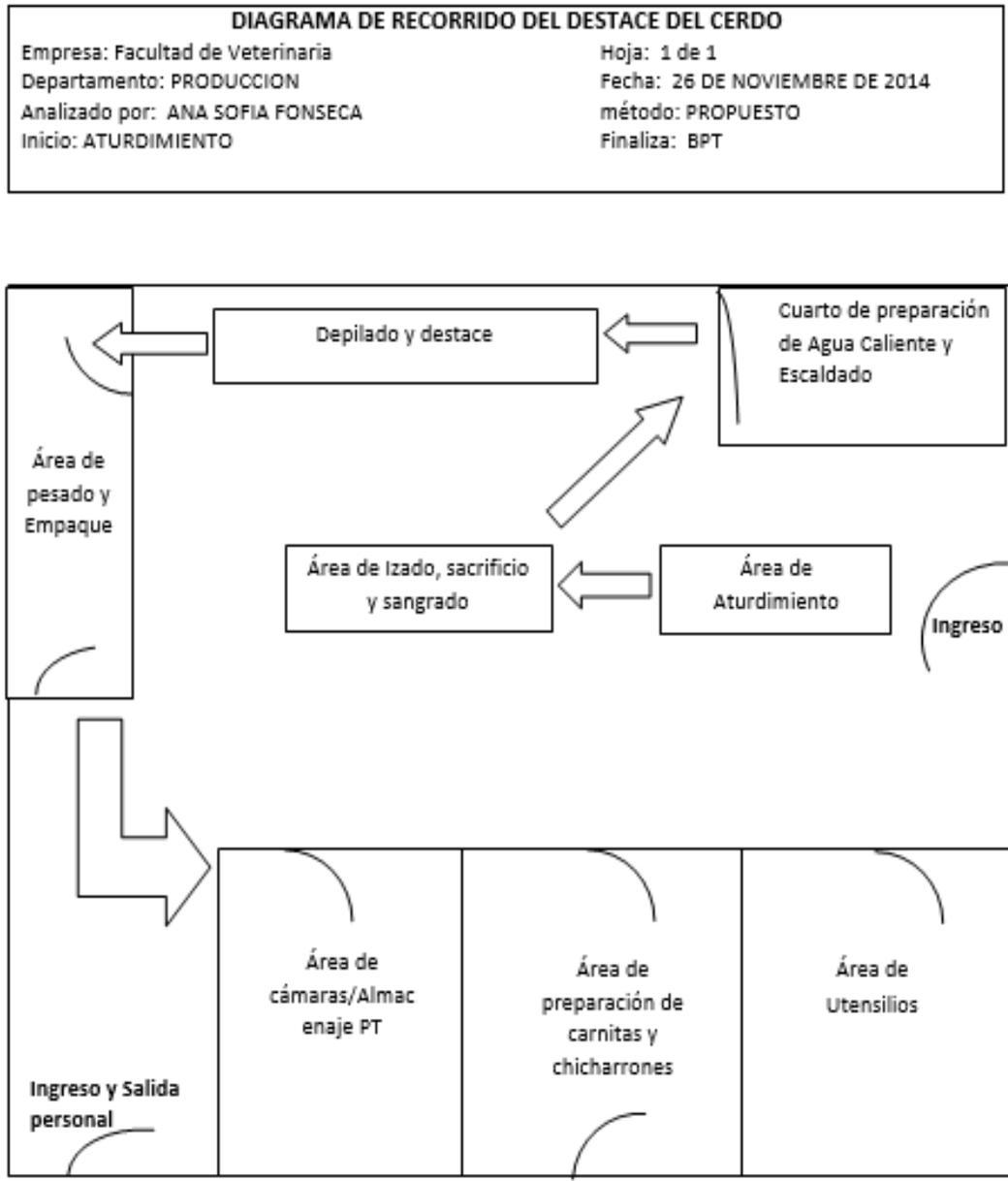
A continuación se describe cómo controlar el proceso de cárnicos dentro de la granja experimental.

3.4.1. Diagrama de recorrido y diagrama de flujo propuesto

Actualmente todas las áreas están dentro de un mismo espacio. Como parte de las mejoras que se tienen que realizar en las instalaciones, debe incluirse la separación de áreas en el proceso.

Por lo que se presenta el diagrama de recorrido en donde se detallan las áreas separadas, según el flujo de producción propuesto.

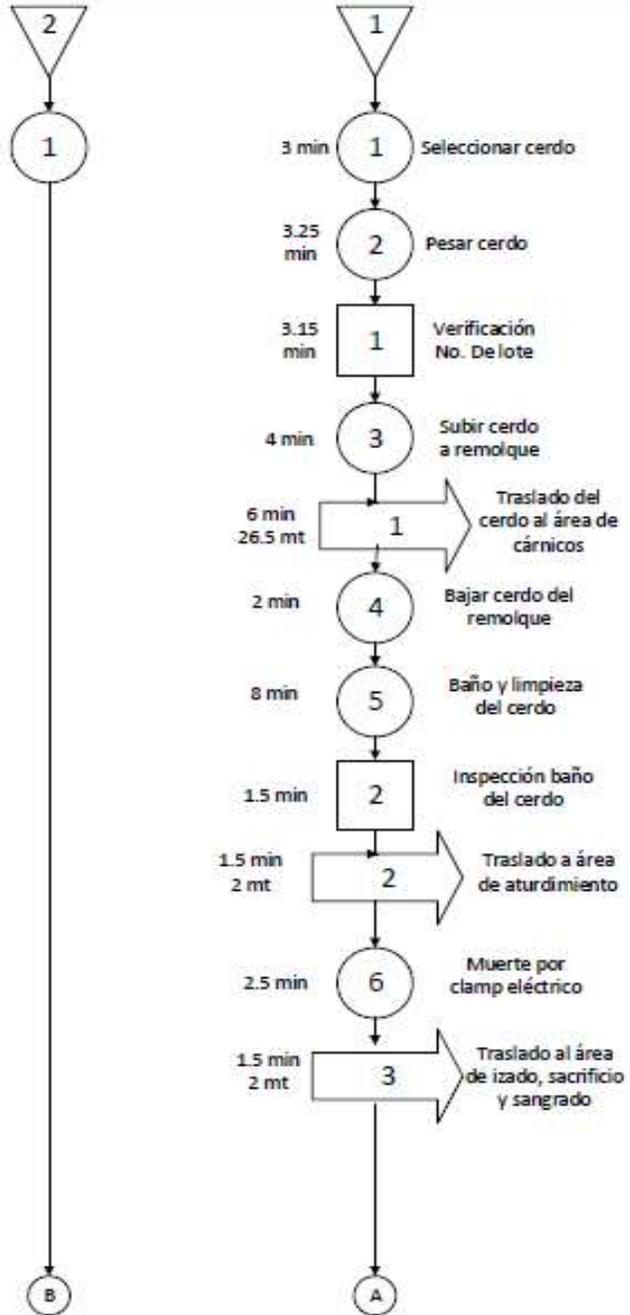
Figura 51. Propuesta Diagrama de Recorrido



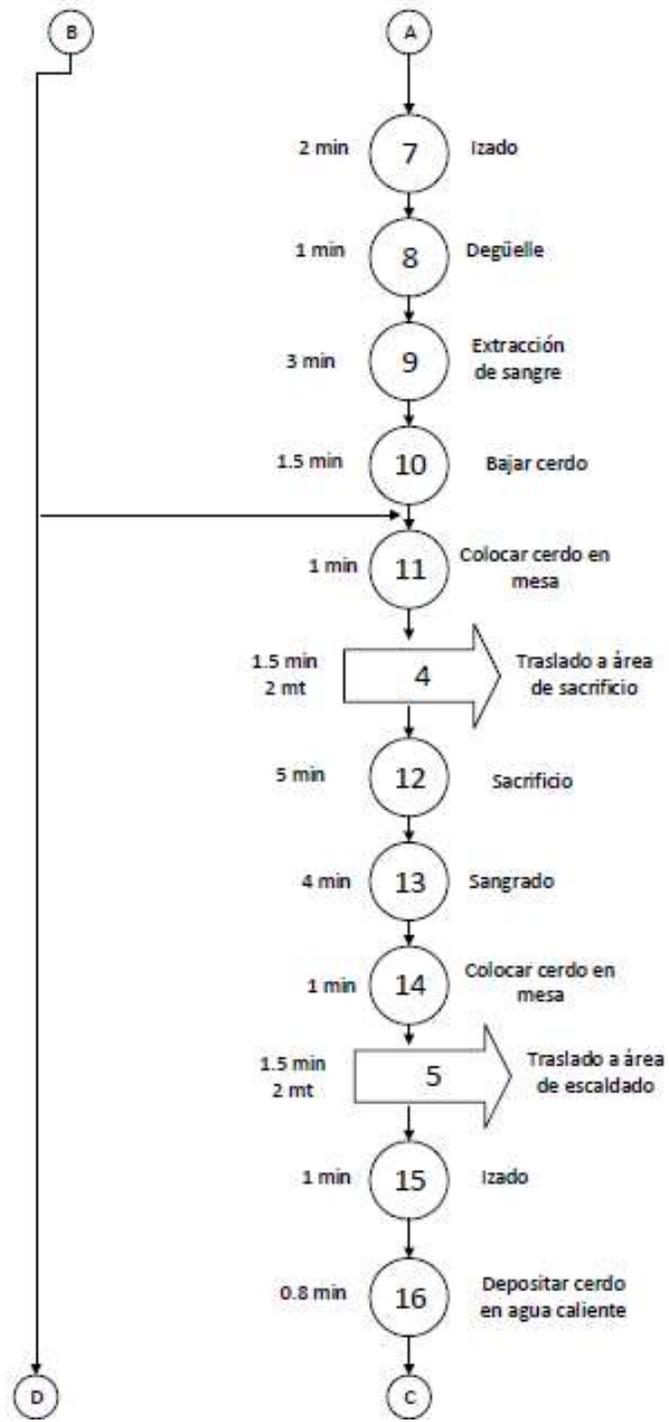
Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Word.

Figura 52. Propuesta Diagrama de Flujo

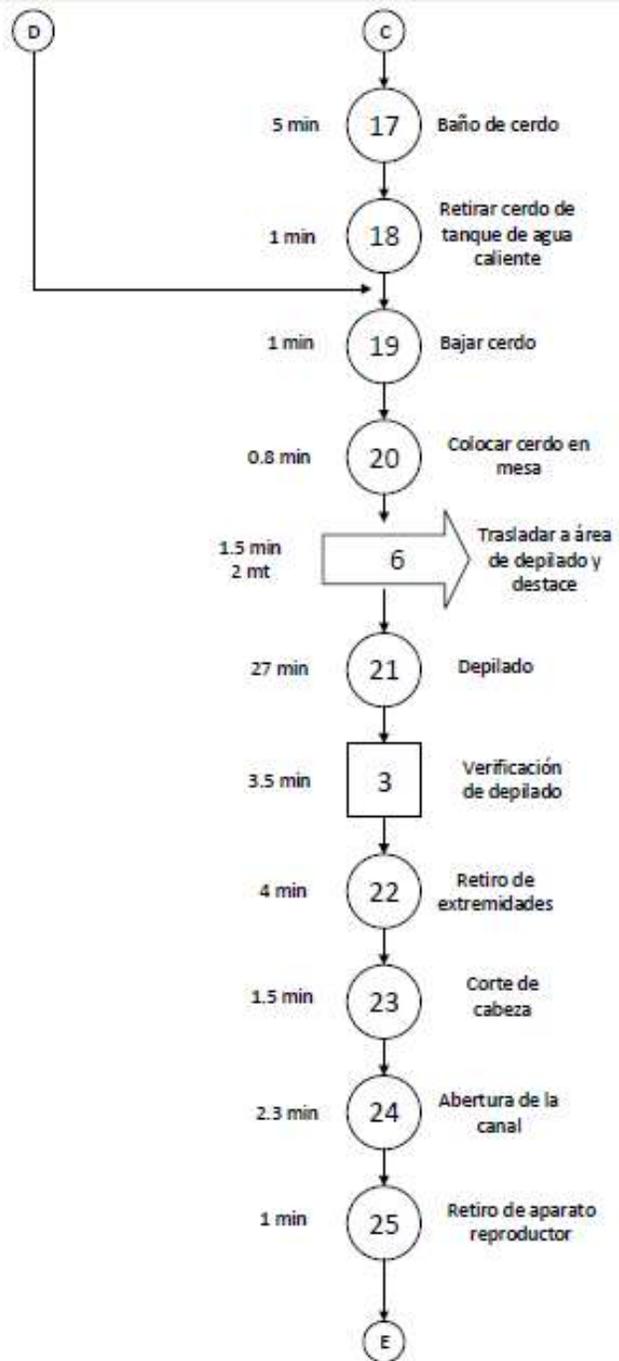
Diagrama de flujo de operaciones Proceso destace de cerdo	Empresa: Granja experimental Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia USAC
Método: propuesto	Analista: Ana Sofía Fonseca Velásquez
Fecha: 12 de enero de 2015	Hoja: 1 de 6



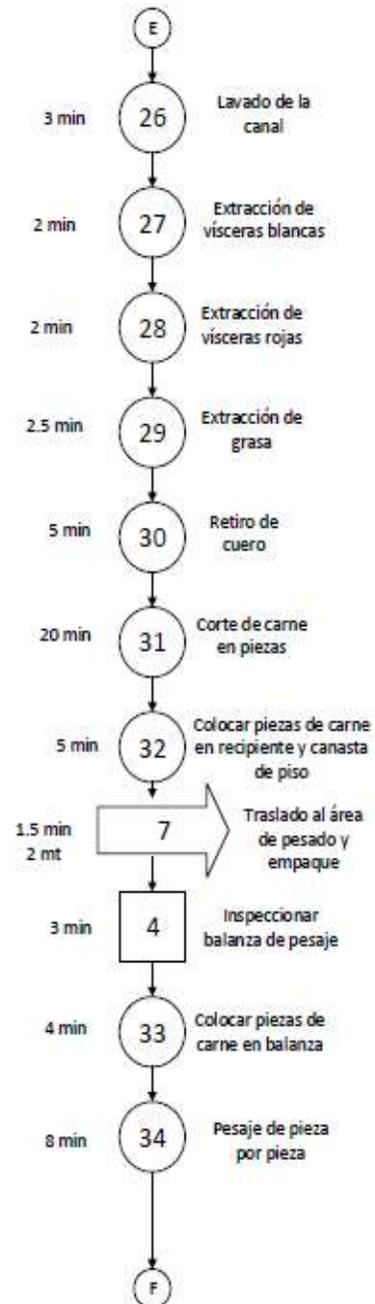
Continuación de la figura 52.



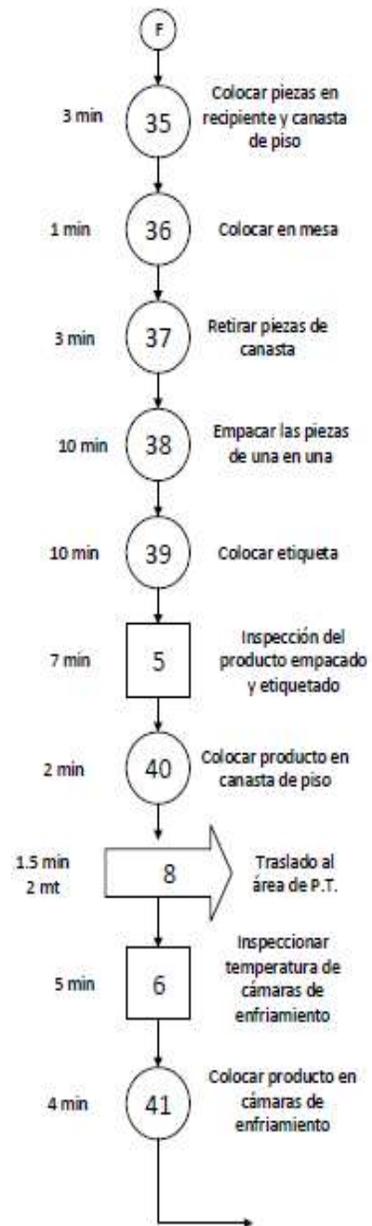
Continuación de la figura 52.



Continuación de la figura 52.



Continuación de la figura 52.



Continuación de la figura 52.

ACTIVIDAD	FIGURA	CANTIDAD	DISTANCIA (metros)	TIEMPO (Minutos)
Operación		42		220.07
Transporte		8	40.5	16.5
Almacenaje		2		
Inspección		6		23.15
Totales		58	40.5	259.72

Fuente: elaboración propia.

3.4.2. Control de ingreso de cerdos

Todo cerdo deberá inspeccionarse al momento de ser ingresado al área de matanza; el personal a cargo es responsable de verificar las características de calidad y condiciones en que se está recibiendo el cerdo. Una de las funciones más importantes de la inspección es cerciorarse de que los animales estén lo suficientemente descansados para asegurar la calidad de la carne, así como observar posibles signos de enfermedad (inspección *ante-mortem*).

Asimismo, verificar que los animales hayan pasado por un aseo sanitario con el objetivo de eliminar y reducir la suciedad presente en el cuero de los mismos (restos de excremento, orina, alimento, secreciones, etc.) que evita que al momento del sacrificio haya una contaminación excesiva tanto de las instalaciones como de las canales. Para verificar el ingreso se propone el siguiente registro:

Figura 53. **Registro de inspección de ingreso de materia prima**

		FACULTAD DE VETERINARIA Y ZOOTECNIA					Codigo: FV-RG-PC-001		
		ÁREA DE CARNICOS					FECHA: 26/11/2014		
REGISTRO DE INSPECCION DE INGRESO								Version: 1	
Numero de Lote del Cerdo	Fecha de Ingreso	Hora de Ingreso	Peso	Sexo	Limpio /Sucio	Inspección ante mortem (Marcar con una X la clasificación dictaminada)			MVO
						Paso directo a sacrificio	No pasa la inspeccion, sujeto a una segunda revision, despues de un periodo de descanso	Rechazado	
Numero de Semana: _____									
Observaciones: _____									

Fuente: elaboración propia.

3.4.3. Proceso de aturdimiento

Los animales que van a ser sacrificados serán manejados cuidadosamente para no causarles sufrimiento innecesario, por lo cual debe evitarse que sean golpeados con palos o fierros, así como los gritos y uso de bastones eléctricos.

De no aplicarse estas medidas los animales sufrirán un estrés excesivo que causará que el pH del músculo antes de su muerte sea mayor al normal, permitiendo el asentamiento y multiplicación de microorganismos alterantes y patógenos.

Actualmente el proceso de aturdimiento en el área de cárnicos se hace a través de *clamps* eléctricos; por ello se recomienda que continúen con el proceso actual, ya que esto contribuye a que el animal no sufra un estrés y a evitar acidez en el músculo (con el consiguiente mayor riesgo de contaminación microbiana). Asimismo, se debe evitar el uso del método de yugular directa, debido, fundamentalmente a que el animal no pierde la conciencia.

3.4.4. Proceso izado, sacrificio y sangrado

La importancia del izado del animal radica principalmente en evitar la contaminación al realizar la faena (sacrificio) en el piso. La primera fuente de contaminación microbiológica de la carne es la piel del animal que se está faenando y la de los animales próximos. Por ello se propone que el animal luego del proceso de aturdimiento debe ser izado para evitar la contaminación de la carne. Actualmente cuentan con un marco de izado automático, el cual puede seguir funcionando en el área propuesta del diagrama de recorrido.

El sacrificio dependerá de la capacidad del área, para evitar que una vez insensibilizados los animales, permanezcan mucho tiempo antes de ser sacrificados y serles retiradas las vísceras.

La sangre debe ser retirada inmediatamente de la canal para evitar que esté propensa a una rápida descomposición.

El sangrado debe realizarse posterior al izado y se propone la utilización de una pila de acero inoxidable receptora de sangre con rejilla para atrapar sólidos, esta pila debe estar equipada de un orificio o rebosadero para desviar la sangre hacia la rejilla de captación de desechos, esto para evitar derrames en el piso que puedan generar focos de contaminación (ver figura 54).

Figura 54. **Diseño de pila de acero inoxidable para captación de sangre y sólidos**



Fuente: Proveedor de pilas Polimatic.

Como parte de los controles deben evitar congestionamientos en el área de sacrificio, ya que puede que se peguen los canales una con otra y se provoque una contaminación cruzada. Esto se logra manteniendo un espacio entre cada cerdo.

El sangrado de los cerdos en el área de productos cárnicos generalmente se realiza por el corte de la vena yugular.

El cuchillo con el que se realice esta operación debe conservarse limpio, ya que, de no ser así, las bacterias pueden ser introducidas al sistema circulatorio. Por lo tanto es de suma importancia que en esta área se cumpla con el procedimiento estándar de limpieza y desinfección de utensilios, el cual hace referencia a la desinfección de herramientas de corte.

Tabla IX. **Clasificación de métodos de sanitización/desinfección**

Método	Equipos y utensilios
Agua caliente	Espátulas, herramientas de corte, palanganas, tazones, coladores, paletas, ollas, moldes
Agentes químicos	Mesas, equipo de izado, estufas, canastas, superficies (pisos y paredes).

Fuente: elaboración propia.

Figura 55. **Sanitización/desinfección de equipos y utensilios con agua caliente**



Fuente: <http://www.expomaquinaria.es>. Consulta: 25 de febrero de 2015.

Figura 56. **Sanitización/desinfección de equipos y utensilios por agentes químicos**



Fuente: <http://www.altroscandess.com>. Consulta: 25 de febrero de 2015.

3.4.5. Proceso de escaldado, depilado y destace

El escaldado es un proceso que ayuda a ablandar la piel de los cerdos, para facilitar el depilado de los mismos. Con el objetivo de tener un flujo continuo en el proceso se propone crear un área con un cuarto de preparación de agua caliente y escaldado, el cual debe estar situado justo al lado del área de depilado y destace; este cuarto debe contar con un tanque elaborado de material refractario de aproximadamente 2,5 metros de largo y 1,5 de ancho, para facilitar la manipulación del cerdo.

Se propone que los animales sean transportados del área de sangrado a la de escaldado por medio de una mesa de acero inoxidable, para luego ser enganchados e introducidos por medio de un marco de izado automático durante 5 minutos, aproximadamente, en el tanque de escaldado con agua a una temperatura de 60°C.

El personal encargado de este proceso debe asegurarse por medio de termómetros que el agua cumpla con la temperatura recomendada; para este control se debe utilizar un registro que permita la secuencia de este proceso.

El tanque de escaldado debe ser lavado y desinfectado diariamente mediante el método descrito en el procedimiento estándar de limpieza y sanitización de equipos y utensilios. Se debe bañar a los animales antes y después del sacrificio para evitar la contaminación del agua con microorganismos fecales. Los animales tienen que ir completamente desangrados para evitar sangre en el agua de escaldado.

Figura 57. **Registro de control de tiempos y temperaturas del área de escaldado**

	FACULTAD DE VETERINARIA Y ZOOTECNIA					Codigo: FV-RG-PC-002
	ÁREA DE CARNICOS					FECHA: 26/11/2014
REGISTRO DE CONTROL DE TIEMPOS Y TEMPERATURAS DEL ÁREA DE ESCALDADO					Version: 1	
Numero de Lote del Cerdo	Fecha de Ingreso	Hora de inicio escaldado	Hora final de escaldado	Temperatura inicio de escaldado	Temperatura final de escaldado	Responsable de Verificacion
Numero de Semana:						
Observaciones: _____						

Fuente: elaboración propia.

El depilado tiene por objeto eliminar el pelo de los cerdos previamente escaldados, para que la piel sea utilizada para consumo humano. El proceso de depilado se realiza por medio de un raspado con cuchillos que serán previamente desinfectados según el procedimiento de limpieza y sanitización de equipo y utensilios. Para obtener resultados de depilado óptimo se debe cumplir con factores tales como el tiempo de escaldado deseado y la temperatura a la que debe estar el agua; estas condiciones se definieron en la etapa de escaldado.

El destace del cerdo debe realizarse de la siguiente forma:

- La separación se hace básicamente con los cortes de las extremidades y la cabeza del cerdo.
- El proceso de quitado de cuero comienza haciendo una cortada por extremos de las extremidades del animal, siguiendo por el abdomen y terminando en la cabeza del cerdo, para luego hacer la separación total del cuero del animal.
- Eviscerado: se trata de separar del animal los órganos genitales, las vísceras blancas y rojas. Primero se realiza la separación de las vísceras blancas, las cuales están conformadas por los estómagos e intestinos del cerdo. Se facilita la extracción practicando una incisión con un cuchillo a lo largo de la línea media ventral y retirando todo el conjunto de órganos mencionados anteriormente. Luego se separan las vísceras rojas que están conformadas por hígado, corazón, pulmones, tráquea, esófago y riñones. Esto debe realizarse en mesas construidas de acero inoxidable o con materiales de fácil lavado y sanitización. Posteriormente el paquete

conformado por las vísceras se somete a inspección sanitaria. Las vísceras deben colocarse en bandejas separadas según su clasificación.

- Inspección de vísceras (*post-mortem*): consiste en la verificación de las vísceras del animal con el objetivo de determinar si no tiene enfermedades; una vez determinado el buen estado del animal, la carne es apta para el consumo humano. Para llevar un mejor control de esto se propone la utilización de un registro para verificación *post-mortem*.

Figura 58. Registro de inspección *post-mortem*

		FACULTAD DE VETERINARIA Y ZOOTECNIA				Codigo: FV-RG-PC-003	
		ÁREA DE CARNICOS				FECHA: 26/11/2014	
		REGISTRO DE INSPECCIÓN POST-MORTEM				Version: 1	
Numero de Lote del Cerdo	Fecha de Ingreso	Resultado de Inspeccion primaria (ante-mortem)		Inspeccion Post-Mortem			MVO Responsable
		Acceptable, Paso directo a sacrificio	No pasa la inspeccion, sujeto a una segunda revision, despues de un periodo de descanso	Acceptable, Paso directo a	No pasa la inspeccion, sujeto a una evaluacion mas detallada, producto retenido	Rechazado	
Numero de Semana:							
Observaciones:							

Fuente: elaboración propia.

- Desposte: es básicamente la división de la canal. El medio canal se divide longitudinalmente a todo lo largo de la columna vertebral en dos mitades; lo que se conoce como media canal derecha y media canal izquierda.
- Lavado: las canales deben ser lavadas mediante chorros de agua a presión, de preferencia caliente, lo que permite eliminar por arrastre, los posibles focos de contaminación (pelo, heces, etc.). Posterior a este paso se procede a destazar las canales por piezas.

3.4.6. Proceso de pesado y empaque

Para el área de pesado se propone contar con una balanza con capacidad para 1 500 kg, para estimar el rendimiento en canal, el cual se determina en una relación porcentual existente entre el peso de la canal y el del animal vivo. Asimismo, contar con una canasta de piso de color rojo y una canasta manual de color amarillo; esto con el objetivo de trasladar la carne ya pesada al área de empaque, sin tener contacto directo con la misma, para evitar una contaminación cruzada.

Figura 59. **Balanza de pesado para cárnicos**



Fuente: <http://www.diexva.es/librerias>. Consulta: 25 de febrero de 2015.

Figura 60. **Canasta de piso para transporte de materia prima**



Fuente: <http://www.abastecedoradelsur.com.ar>. Consulta: 25 de febrero de 2015.

Para el área de empaque se propone de igual forma una canasta de piso de color verde y una manual de color azul, con la finalidad de que al momento de recibir el producto ya pesado, se empaque y sea trasladado al área de cámaras y producto terminado

3.4.7. Área de cámaras y almacenaje de PT

El producto terminado se almacenará en cámaras frías a 5°C para mantener el alimento en óptimas condiciones; dichas cámaras deberán estar en buen estado para evitar algún tipo de contaminación física. Asimismo, el área de cámaras y almacenaje deberá poseer cortinas de PVC en la puerta de ingreso al área; las cámaras deberán contar con un dispositivo que controle la temperatura a la que se encuentran y el personal encargado del área deberá mantener los controles respectivos para verificar la misma.

El número de cámaras que deberán instalarse dependerá de la capacidad de producción que se tenga. Asimismo, cada una deberá estar identificada para llevar un mejor control y trazabilidad del producto.

Figura 61. **Registro de verificación de temperatura en cámaras**

	FACULTAD DE VETERINARIA Y ZOOTECNIA		Codigo: FV-RG-PC-004
	ÁREA DE CARNICOS		FECHA: 26/11/2014
REGISTRO DE VERIFICACIÓN DE TEMPERATURA EN CÁMARAS			Version: 1
No. De Cámara	Temperatura	Encargado de verificación	

Fuente: elaboración propia.

3.4.8. Área de preparación de carnitas y chicharrones

Esta área debe estar separada de la de destace; en el diagrama de recorrido se identifica el área propuesta para este proceso.

Este proceso se realizará conforme a las siguientes etapas:

- La carne congelada es trasladada por medio de canastas, del área de cámaras al área de preparación de carnitas y chicharrones.

- La carne es vaciada al recipiente donde se tiene manteca de cerdo en punto de ebullición para su cocción. Para su cocción deberá contar con una estufa industrial de acero inoxidable y recipientes del mismo material para su elaboración.

Figura 62. **Estufa industria de acero inoxidable**



Fuente: Súper Cocinas Guatemala.

Figura 63. **Olla industrial para cocción**



Fuente: Dimoba suministros, Guatemala.

- La carne se deja cociendo a una temperatura de 100°C por un tiempo de 30 a 40 minutos. Se le agrega sal yodada para consumo humano y condimentos para sazonar la carne. Este punto debe ser controlado por el encargado del área para asegurar la inocuidad y esterilización del producto; para esto se propone la implementación de un registro para verificar temperaturas y tiempo de cocción.

Figura 64. **Registro de verificación de temperatura y hora de cocción**

	FACULTAD DE VETERINARIA Y ZOOTECNIA				Codigo: FV-RG-PC-005	
	ÁREA DE CARNICOS				FECHA: 26/11/2014	
	REGISTRO DE VERIFICACIÓN DE TEMPERATURA Y HORA DE COCCION				Version: 1	
No. De Lote	Temperatura	Hora inicio	Hora Final	Fecha	Encargado de inspeccion	

Fuente: elaboración propia.

- El producto ya cocido debe ser retirado con coladores y colocado en bandejas, listo para su empaque.

Figura 65. **Coladores industriales**



Fuente: Industria Hongtai de acero inoxidable, Guatemala.

- El producto deberá ser pesado y posterior a esto pasará al área de empaque, para colocarlo sobre papel *kraft* en bandejas plásticas, envueltas en plástico de cocina. Deberá ser etiquetado con número de lote, fecha de producción y caducidad. Se propone que el número de lote sea el equivalente a la fecha de producción y hora de elaboración. Para esto se debe llevar un registro de cada lote de producto terminado.

Figura 66. **Registro de verificación de producto terminado**

	FACULTAD DE VETERINARIA Y ZOOTECNIA				Codigo: FV-RG-PC-006 FECHA: 26/11/2014 Version: 1
	ÁREA DE CARNICOS				
	REGISTRO DE VERIFICACION DE PRODUCTO TERMINADO				
No. De Lote	FECHA DE PRODUCCION	HORA	PESO	Encargado de inspeccion	

Fuente: elaboración propia.

3.5. Limpieza y desinfección de equipos y utensilios

Para la preparación de alimentos inocuos es necesario garantizar condiciones apropiadas de higiene, que solo se pueden alcanzar mediante la aplicación con cierta frecuencia de operaciones higiénicas.

Para el proceso de limpieza se deberán utilizar métodos físicos, químicos o bien una combinación de ambos. En el área de cárnicos se debe aplicar la técnica de lavado manual. Esta se utiliza especialmente para eliminar la suciedad, mediante el restregado de las superficies por medio del uso de una esponja o paxte humedecido con solución detergente. Aquellos utensilios a los que se les aplicará dicha técnica, es recomendable remojarlos durante un período de 15 a 30 minutos en soluciones detergentes, con el fin de aflojar la suciedad.

Existen diferentes métodos de sanitización para equipos y utensilios; para esta propuesta se definió utilizar agua caliente y agentes químicos.

Sanitizar con agua caliente consiste en aplicar o sumergir en agua caliente el artículo a desinfectar durante un determinado periodo de tiempo. Regularmente el agua se aplica a una temperatura de 75 a 90°C durante un periodo de 5 y 10 minutos. El uso de este método es conveniente para desinfectar equipos y utensilios pequeños.

Un desinfectante es un agente físico o químico, que es efectivo reduciendo la contaminación microbiana en las superficies con las cuales tiene contacto, este debe ser capaz de reducir un 99,9 % de los microorganismos patógenos o inaceptables, y reducir otros microorganismos a un nivel mínimo aceptable (1 - 5).

Entre estos agentes químicos se pueden mencionar como ingredientes activos los siguientes: sales simples inorgánicas, ácidos orgánicos y amonios cuaternarios.

El procedimiento propuesto para la limpieza y sanitización de los equipos y utensilios de detalla a continuación.

Tabla X. Limpieza y sanitización de equipos y utensilios por medios manuales

PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR DE LIMPIEZA Y SANITIZACIÓN DE EQUIPOS Y UTENSILIOS	
Empresa: Facultad de Veterinaria	Hoja: 1 de 1
Departamento: PRODUCCION	Fecha: 26 de noviembre de 2014
Analizado por: Ana Sofía Fonseca	Código: FV-PR-PC-001

Descripción de equipo y utensilios	Herramientas de corte, moldes, tazones, palanganas, espátulas, paletas, coladores, ollas, mesas, canastas, Equipo de Izado, Estufas, superficies tales como pisos y paredes
Responsable	Área de cárnicos.
Frecuencia de limpieza:	Diario, al final de la jornada y las veces que sea necesario durante el día.
Método de limpieza y sanitización:	Manual y sanitización química
Agentes de limpieza:	Paxte, esponja, cepillo, espátula, guantes y toalla.
Acciones preliminares:	Eliminar todo tipo de residuos de alimentos.
Procedimiento de limpieza:	Humedecer con suficiente agua. Aplicar jabón quitagrasa en abundancia mediante el uso esponja y paxte para todos los utensilios. Refregar para eliminar todo tipo de suciedad. Enjuagar con agua abundante para la remoción de todo el jabón.

Continuación de la tabla X.

Procedimiento de desinfección	<ol style="list-style-type: none">1. Aplicar solución desinfectante, después de realizada la limpieza2. Dejar actuar sin enjuagar3. Enjuagar y dejar secar4. Para aquellos utensilios grandes que lo permitan se podrá utilizar la sanitización por medio de agua caliente.
Observaciones:	Cuidado con el filo de los utensilios de corte.

Fuente: elaboración propia.

3.5.1. Servicio de agua

Esta debe ser potable y requerirá cumplir con lo siguiente:

- Llevar un control frecuente de la potabilidad del agua.
- El vapor utilizado en superficies que estén en contacto directo con los productos, no debe contener ninguna sustancia que pueda ser peligrosa para la salud o contaminar al producto.
- El agua que se utilice para la producción debe transportarse por tuberías independientes identificadas por colores, sin que haya ninguna conexión transversal ni de retroceso con las tuberías que conducen el agua no potable.

- Cada 6 meses se realizarán y registrarán por lo menos las siguientes determinaciones en el agua de abastecimiento; los resultados deberán cumplir con los límites permisibles establecidos en la Norma COGUANOR NGO 29 001:99:
 - Contenido de cloro
 - Análisis microbiológico
 - Análisis fisicoquímico
 - Análisis metales pesados

3.6. Control de plagas

Las plagas, como una fuente importante de transmisión de enfermedades, deberán ser controladas mediante un programa de saneamiento básico y limpieza (medidas pasivas) y un programa de control con base en el uso de productos químicos como insecticidas, rodenticidas, u otras medidas como elementos eléctricos, etc. (medidas activas). Sin poner en riesgo la inocuidad de los alimentos.

3.7. Trazabilidad

La trazabilidad en el proceso de productos cárnicos puede manejarse a través del empaque del producto, la cual puede ser plasmada en la etiqueta del mismo a través de la codificación del número de lote del producto, para tener un mejor control, desde la procedencia de la materia prima, hasta que llega al consumidor final.

Se deberán mantener registros apropiados referentes a la elaboración, producción, y distribución de los alimentos.

Figura 67. **Registro de trazabilidad del producto**

	FACULTAD DE VETERINARIA Y ZOOTECNIA ÁREA DE CARNICOS REGISTRO DE TRAZABILIDAD DEL PRODUCTO				Código: FV-RG-PC-007 FECHA: 26/11/2014 Version: 1
No. Lote	Peso	Producto	Fecha de elaboración	Fecha de Caducidad	ENCARGADO

Fuente: elaboración propia.

3.8. Verificaciones y seguimiento del programa BPM

Las verificaciones deben realizarse periódicamente o bien cuando existan cambios en el proceso, producto, material de empaque o en otra etapa que tenga relación con el producto final. En el caso de malos resultados es necesaria una verificación.

Para verificar el cumplimiento de las BPM se recomienda que el área de cárnicos tenga su propio equipo ejecutor para implementar el sistema de aseguramiento de la calidad.

La conformación del equipo que supervisará, controlará y conducirá el sistema BPM el cual es prerequisite para implementar un sistema más avanzado de calidad como el HACCP (análisis de peligros y puntos críticos de control), debe responder a las recomendaciones que se describen en la siguiente figura.

Figura 68. **Equipo de verificación y seguimiento del programa BPM**

EQUIPO EJECUTOR	
En toda actividad es necesario designar a una persona o equipo de personas dirigido por un coordinador o jefe, para llevar responsablemente la actividad	
FUNCIONES	COMPOSICIÓN
Coordinar la ejecución de las BPM Supervisar la correcta aplicación de las BPM Establecer las acciones correctivas o incentivos recomendados al cumplimiento de las BPM Desarrollar y mantener los registros de cumplimiento Evaluar periódicamente la adecuación del programa de trabajo Adecuar el programa cuando hayan cambios en la operación Efectuar análisis estadístico de los registros en forma periódica y eventual Informar por medio de reportes ordinarios y extraordinarios Atender e interpretar auditorías al programa de trabajo	Este equipo debe ser un organismo inter seccional, conformado por personal de toda el área de cárnicos.
El equipo debe contar con el respaldo de las autoridades superiores y la asesoría directa del director de la Facultad de Veterinaria para la designación de incentivos al cumplimiento del programa.	

Fuente: elaboración propia.

3.9. Cronograma de actividades

Las tareas de mejora deberán ejecutarse de manera secuencial y metódica para que puedan alcanzar cuanto antes las condiciones apropiadas que puedan garantizar la preparación de alimentos inocuos.

Tabla XI. Cronograma de actividades

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
Acondicionamiento del área exterior	35 días	lun 02/03/15	vie 17/04/15	
Podado de arbustos y árboles	7 días	lun 20/04/15	mar 28/04/15	1
Resguardo de equipo en desuso	3 días	mié 29/04/15	vie 01/05/15	2
Pavimentar áreas de tierra	25 días	lun 04/05/15	vie 05/06/15	3
Área de vestidores	40 días	lun 08/06/15	vie 31/07/15	4
Construcción de sanitarios	20 días	lun 03/08/15	vie 28/08/15	5
Colocación de azulejo	4 días	lun 31/08/15	jue 03/09/15	6
Instalación de sanitarios	1 día	vie 04/09/15	vie 04/09/15	7
Instalación de lavamanos	3 días	lun 07/09/15	mié 09/09/15	8
Cambio de regadera	2 días	jue 10/09/15	vie 11/09/15	9
Instalación de separadores de vidrio	3 días	lun 14/09/15	mié 16/09/15	10
Instalación de casilleros	5 días	jue 17/09/15	mié 23/09/15	11
Ventilación	42 días	jue 24/09/15	vie 20/11/15	12
Instalación extractor centrifugo	3 días	lun 23/11/15	mié 25/11/15	13
Instalación campanas de extracción	4 días	jue 26/11/15	mar 01/12/15	14
Instalación ventiladores de alta media y baja presión	20 días	mié 02/12/15	mar 29/12/15	15
Mantenimiento a ductos de ventilación	15 días	mié 30/12/15	mar 19/01/16	16
Ventanas	13 días	mié 20/01/16	vie 05/02/16	17
Limpeza de ventanas	7 días	lun 08/02/16	mar 16/02/16	18
Instalación de mallas de protección	4 días	mié 17/02/16	lun 22/02/16	19
Sello de ventanas y marco	2 días	mar 23/02/16	mié 24/02/16	20
Iluminación	15 días	jue 25/02/16	mié 16/03/16	21
Desmontaje de lámparas	5 días	jue 17/03/16	mié 23/03/16	22
Limpeza de lámparas	3 días	jue 24/03/16	lun 28/03/16	23
Cambio de tubos	2 días	mar 29/03/16	mié 30/03/16	24
Instalación de lámparas	5 días	jue 31/03/16	mié 06/04/16	25
Techo	25 días	jue 07/04/16	mié 11/05/16	26
Limpeza de techo	10 días	jue 12/05/16	mié 25/05/16	27
Restauración de techo	11 días	jue 26/05/16	jue 09/06/16	28

Continuación de la tabla XI.

Pintura de techo	4 días	vie 10/06/16	mié 15/06/16	29
Paredes	9 días	jue 16/06/16	mar 28/06/16	33,30
Sustitución de repello faltante	10 días	mié 29/06/16	mar 12/07/16	30,31
Construcción de curva sanitaria	11 días	lun 22/02/16	lun 07/03/16	
Sustitución de azulejos defectuosos o faltantes	4 días	mar 08/03/16	vie 11/03/16	33
Pintar paredes	5 días	lun 14/03/16	vie 18/03/16	34
Pisos	30 días	lun 28/03/16	vie 06/05/16	35
Sustitución de pisos quebrados	7 días	lun 09/05/16	mar 17/05/16	36
Rellenado de grietas	5 días	mié 18/05/16	mar 24/05/16	37
Instalación de piso sobrepuesto antideslizante	18 días	mié 25/05/16	vie 17/06/16	38
Instalación de estanterías	10 días	lun 20/06/16	vie 01/07/16	39
Montaje de estanterías para utensilios	5 días	lun 04/07/16	vie 08/07/16	40
Montaje de estanterías para área de lavado	5 días	lun 11/07/16	vie 15/07/16	41
Puertas	12 días	lun 18/07/16	mar 02/08/16	42
Remoción de pintura	3 días	mié 03/08/16	vie 05/08/16	43
Pintura de puertas	2 días	lun 08/08/16	mar 09/08/16	44
Ajuste de marco a pared	3 días	mié 10/08/16	vie 12/08/16	45
Instalación de brazo de retorno	2 días	lun 15/08/16	mar 16/08/16	46
Instalación de banda de barrido	2 días	mié 17/08/16	jue 18/08/16	47
Instalación de Pediluvios	24 días	vie 19/08/16	mié 21/09/16	48
Instalación en todas las áreas de cárnicos	23 días	jue 22/09/16	lun 24/10/16	49
Capacitación sobre BPM	30 días	mar 25/10/16	lun 05/12/16	50

Continuación de la tabla XI.

Importancia de BPM	3 días	mar 06/12/16	jue 08/12/16	51
Obligaciones en casa	2 días	vie 09/12/16	lun 12/12/16	52
Obligaciones en el trabajo	2 días	mar 13/12/16	mié 14/12/16	53
Restricciones en el área de trabajo	2 días	jue 15/12/16	vie 16/12/16	54
Salud	1 día	lun 19/12/16	lun 19/12/16	55
Exámenes médicos	5 días	mar 20/12/16	lun 26/12/16	56
Contaminación	2 días	mar 27/12/16	mié 28/12/16	57
Indumentaria de protección y su uso correcto	3 días	jue 29/12/16	lun 02/01/17	58
Lavado de manos	1 día	mar 03/01/17	mar 03/01/17	59
Métodos de limpieza	4 días	mié 04/01/17	lun 09/01/17	60
Métodos de sanitización	5 días	mar 10/01/17	lun 16/01/17	61
Manejo integral de plagas	1 día	mar 17/01/17	mar 17/01/17	62
Inspección de medidas externas	7 días	mié 18/01/17	jue 26/01/17	63
Inspección de medidas internas	7 días	vie 27/01/17	lun 06/02/17	64
Instalación de medidas externas	7 días	mar 07/02/17	mié 15/02/17	65
Instalación de medidas internas	7 días	jue 16/02/17	vie 24/02/17	66

Fuente: elaboración propia.

3.10. Costo de la propuesta

El costo de la presente propuesta se describe en la tabla siguiente. En la misma se incluye la cantidad de elementos a considerar, su costo unitario y su precio total.

Tabla XII. Costo de la propuesta

COSTO DE LA PROPUESTA				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario (Q)	Precio total (Q)
ACONDICIONAMIENTO DE ÁREAS INTERIORES	CANTIDAD	Unidad	PRECIO UNITARIO (Q)	PRECIO TOTAL (Q)
Mesa de acero inoxidable	1	Unidad	Q6 000,00	Q6 000,00
Estufa industrial de acero inoxidable	1	Unidad	Q10 500,00	Q10 500,00
Pila de acero inoxidable para captación de sangre	1	Unidad	Q5 000,00	Q5 000,00
Olla industrial de acero inoxidable para cocción	1	Unidad	Q1 700,00	Q1 700,00
Coladores industriales de acero inoxidable	2	Unidad	Q375,00	Q750,00
	TOTAL ÁREAS INTERIORES		Q23 950,00	
EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (Q)	PRECIO TOTAL (Q)
Redecilla o cofia	4 cajas	Unidad	Q150,00	Q600,00
Cubrebarba	1 caja	Unidad	Q125,00	Q125,00
Protector de brazos	4 cajas	Unidad	Q175,00	Q700,00
Botas de hule blancas	10 pares	Par	Q100,00	Q1 000,00
Guantes de látex	1 caja	Unidad	Q50,00	Q50,00
Mascarilla desechable	1 caja	Unidad	Q125,00	Q125,00
	TOTAL EPP		Q2 600,00	

Continuación de la tabla XII.

ACONDICIONAMIENTO DEL ÁREA EXTERIOR	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (Q)	PRECIO TOTAL (Q)
Podado de arbustos y árboles	10	Unidad	Q15,00	Q150,00
TOTAL ÁREA EXTERIOR			Q150,00	
ÁREA DE VESTIDORES	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (Q)	PRECIO TOTAL (Q)
Sanitarios	2	Unidad	Q750,00	Q1 500,00
Instalación de sanitarios		Unidad		Q700,00
Azulejos	3	m ²	Q42,00	Q126,00
Instalación de azulejos		m ²		Q200,00
Lavamanos	2	Unidad	Q300,00	Q600,00
Instalación de lavamanos		Unidad		Q200,00
Regaderas	2	Unidad	Q150,00	Q300,00
Instalación de regaderas		Unidad		Q100,00
Separadores de vidrio	2	Unidad	Q650,00	Q1 300,00
Instalación de separadores de vidrio		Unidad		Q800,00
Casilleros	5	Fila	Q1 000,00	Q5 000,00
Instalación de pediluvios	1	Unidad	Q1 000,00	Q1 000,00
TOTAL ÁREA VESTIDORES			Q11 828,00	
VENTILACIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (Q)	PRECIO TOTAL (Q)
Compra e instalación extractor centrífugo	3	Unidad	Q1 700,00	Q5 100,00
Compra e instalación de campanas de extracción	3	Unidad	1 500,00	Q4 500,00
Compra e instalación ventiladores de alta media y baja presión	3	Unidad	Q2 000,00	Q6 000,00
Mantenimiento a equipo de ventilación				Q1 500,00
TOTAL VENTILACIÓN			Q17 100,00	

Continuación de la tabla XII.

VENTANAS	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (Q)	PRECIO TOTAL (Q)
Limpieza de ventanas		Unidad		Q200,00
Mallas o mosquiteros	4	Unidad	Q25.00	Q100,00
Instalación de mallas o mosquiteros		Unidad		Q150,00
TOTAL VENTANAS			Q450,00	
ILUMINACIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (Q)	PRECIO TOTAL (Q)
Desmontaje de lámparas		Unidad		Q50,00
Limpieza de lámparas		Unidad		Q75,00
Compra de tubos	10	Unidad	Q12,00	Q120,00
Instalación de tubos		Unidad		Q50,00
TOTAL ILUMINACIÓN			Q295,00	
TUBERÍA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (Q)	PRECIO TOTAL (Q)
Pintura	2	Galón	Q175.00	Q350,00
Señalización				Q300,00
TOTAL TUBERÍA			Q650,00	
TECHO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (Q)	PRECIO TOTAL (Q)
Limpieza de techo				Q250,00
Restauración de techo				Q500,00
Pintura de techo	2	Galón	Q50,00	Q100,00
Pintada de techo				Q600,00
TOTAL TECHO			Q1 450,00	
PAREDES	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (Q)	PRECIO TOTAL (Q)
Sustitución de repello faltante				Q1,000,00
Construcción de curva sanitaria				Q1,200,00
Sustitución de azulejos defectuosos o faltantes				Q650,00

Continuación de la tabla XII.

Pintura	5	Galón	Q175,00	Q875,00
Pintada de paredes				Q550,00
TOTAL PAREDES		Q4 275,00		

PISOS	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (Q)	PRECIO TOTAL (Q)
Piso	1	m ²	Q45,00	Q45,00
Sustitución de pisos quebrados				Q250,00
Rellenado de grietas				Q100,00
Piso antideslizante	1	m ²	Q125,00	Q125,00
Instalación de piso sobrepuesto antideslizante				Q250,00

TOTAL PISOS		Q770,00		
--------------------	--	----------------	--	--

ESTANTERÍAS	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (Q)	PRECIO TOTAL (Q)
Estanterías	2	Unidad	Q850,00	Q1 700,00
Instalación de estanterías		Unidad		Q450,00

TOTAL ESTANTERÍAS		Q2 150,00		
--------------------------	--	------------------	--	--

PUERTAS	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (Q)	PRECIO TOTAL (Q)
Remoción de pintura				Q200,00
Pintura de puertas	2	Galón	Q55,00	Q110,00
Pintada de puertas		Unidad		Q125,00
Ajuste de marco de puertas a pared		Unidad		Q75,00
Brazo de retorno	2	Unidad	Q60,00	Q120,00
Instalación de brazo de retorno		Unidad		Q100,00
Banda de barrido	2	Unidad	Q150,00	Q300,00
Instalación de banda de barrido		Unidad		Q175,00

TOTAL PUERTAS		Q1 205,00		
----------------------	--	------------------	--	--

Continuación de la tabla XII.

CAPACITACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA				
MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (Q)	PRECIO TOTAL (Q)
Almohadilla para pizarra	1	Unidad	Q10,00	Q10,00
Borrador	10	Unidad	Q1,00	Q10,00
Clip jumbo	3	Caja	Q12,25	Q36,75
Engrapadora	1	Unidad	Q25,00	Q25,00
Grapas	2	Caja	Q14,00	Q28,00
Hojas bond tamaño carta	2	Resma	Q36,00	Q72,00
Hojas bond tamaño oficio	2	Resma	Q38,00	Q76,00
Lapiceros	15	Unidad	Q2,25	Q33,75
Lápices	15	Unidad	Q1,25	Q18,75
Marcador de pizarra color azul	2	Unidad	Q7,00	Q14,00
Marcador de pizarra color negro	2	Unidad	Q7,00	Q14,00
Marcador de pizarra color rojo	2	Unidad	Q7,00	Q14,00
Pizarra de caucho	1	Unidad	Q350,00	Q350,00
Pizarra para tinta indeleble	1	Unidad	Q500,00	Q500,00
Rótulos vinílicos	10	Unidad	Q33,50	Q335,00
Sacabocados	1	Unidad	Q35,00	Q35,00
Tablas Shannon tamaño carta	2	Unidad	Q25,00	Q50,00
Tachuelas para pizarra	2	Caja	Q17,50	Q35,00
Trifoliales	1000	Paquete	Q60,00	Q60,00
Azúcar	10	Libra	Q2,75	Q27,50
Café	15	Libra	Q34,35	Q515,25
Servilletas	8	Paquete	Q5,50	Q44,00
TOTAL MATERIALES			Q2 304,00	
MAQUINARIA Y EQUIPO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (Q)	PRECIO TOTAL (Q)
Computadora	1	Unidad	Q5 000,00	Q4 320,00
Reuter inalámbrico	1	Unidad	Q250,00	Q250,00
Cañonera	1	Unidad	Q6 500,00	Q6 500,00
Impresora	1	Unidad	Q500,00	Q500,00

Continuación de la tabla XII.

Cámara fotográfica digital	1	Unidad	Q3 270,00	Q3 270,00
Memoria USB	1	Unidad	Q280,00	Q280,00
TOTAL MATERIALES			Q15 800,00	
Capacitación sobre BPM	7	Día	Q300,00	Q2 100,00
Implementación de carteleras de información se las BPM	5	Día	Q100,00	Q500,00
SUBTOTAL MANO DE OBRA			Q2 600,00	
Porcentaje para ayudante de capacitador	40 %			Q1 040,00
Porcentaje de prestaciones	60 %			Q1 560,00
MANEJO INTEGRAL DE PLAGAS	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (Q)	PRECIO TOTAL (Q)
Instalación de medidas internas	2	Día	Q1 250,00	Q2 500,00
Instalación de medidas externas	2	Día	Q1 250,00	Q2 500,00
Fumigaciones periódicas contra plagas				Q3 600,00
TOTAL MIP			Q8 600,00	
COSTO TOTAL DE LA PROPUESTA			Q96 177, 00	

Fuente: elaboración propia.

3.11. Análisis financiero de la propuesta

Este análisis establece la viabilidad financiera del proyecto; su finalidad es ordenar y sistematizar la información necesaria que representan los aspectos monetarios y no monetarios. Es en síntesis el estudio que realiza la evaluación de la inversión y decide si es conveniente o no realizarla. De tal manera que para lograr lo anterior es preciso identificar, cuantificar y valorar los costos y beneficios que el proyecto pueda generar; por lo que deben hacerse

evaluaciones utilizando indicadores como VPN, VAN,, TIR, relación beneficio - costo. A continuación se presenta el estado de resultados del área de cárnicos de la granja experimental.

Tabla XIII. **Estado de resultados del área de cárnicos**

ESTADO DE RESULTADOS		
Ventas brutas		Q341,901.60
- Descuentos en ventas		Q34,190.16
Costo mercancía		
- vendida		Q307,711.44
+ Compras netas	Q17,291.82	
Costo mercancía		
vendida	Q17,291.82	
Total costo mercancía		
Vendida		Q17,291.82
- Utilidad bruta		Q290,419.62
- Gastos de operación		
Gastos de		
Administración		Q160,870.00
Costo de ventas	Q59,190.00	
Utilidad operativa		Q101,680.00

Fuente: elaboración propia.

Luego de obtener el estado de resultados se calculan los índices financieros que a continuación se presentan.

Tabla XIV. Cálculo de índices financieros

- Razón de fondo de maniobra: mide la inversión neta en recursos circulantes, con relación a la inversión bruta total:

$$\text{Razón de Fondo de Maniobra} = \frac{\text{Capital de trabajo}}{\text{Total de activo}}$$

$$\text{Razón de Fondo de Maniobra} = \frac{Q101,680.00}{Q307,711.94} = 0.33\%$$

- Razón de autonomía: mide la proporción de la inversión de la empresa que ha sido financiada con dinero de los propietarios.

$$\text{Autonomía} = \frac{\text{Total patrimonio}}{\text{Total activo}}$$

$$\text{Autonomía} = \frac{Q237,351.82}{Q341,901.60} = 0.69\%$$

- Rotación del capital de trabajo: este índice nos permite la relación que existe entre el monto de los ingresos y el monto de la inversión neta en recursos a corto plazo.

$$\text{Rotación de capital de trabajo} = \frac{\text{Ventas}}{\text{Capital de trabajo}}$$

$$\text{Relación del capital de trabajo} = \frac{Q341,901.60}{Q290,419.62} = 1.17\%$$

- Margen de utilidad bruta: mide, en forma porcentual, la porción del ingreso que permitirá cubrir todos los gastos diferentes al costo de ventas.

$$\text{Margen de utilidad bruta} = \frac{\text{Ventas} - \text{Costo de ventas}}{\text{Ventas}}$$

Continuación de la tabla XIV.

Margen de utilidad bruta=(Q341,901.60-Q17,291.32)/(Q341,901.60)=**0.94%**

Margen de utilidad en operaciones: en las finanzas modernas, este es uno de los indicadores de mayor relevancia, porque permite medir si la empresa está generando suficiente utilidad para cubrir sus actividades de financiamiento:

$$\text{Margen de utilidad en operacion} = \frac{\text{Utilidad en operaciones}}{\text{Ventas}}$$

$$\text{Margen de utilidad en operaciones} = \frac{Q101,680.00}{Q341,901.60} = \mathbf{0.29\%}$$

- **Margen de utilidad neta:** mide el porcentaje que está quedando a los propietarios por operar la empresa

$$\text{Margen de utilidad neta} = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Ventas}}$$

$$\text{Margen de utilidad neta} = \frac{Q101,680.00}{Q341,901.60} = \mathbf{0.29\%}$$

$$\text{Margen de utilidad bruta} = \frac{Q341,901.60 - Q17,291.32}{Q341,901.60}$$
$$= \mathbf{0.94\%}$$

$$\text{Margen de utilidad bruta} = \frac{Q341,901.60 - Q17,291.32}{Q341,901.60}$$
$$= \mathbf{0.94\%}$$

Fuente: elaboración propia.

La evaluación financiera del proyecto contempla el análisis bajo los siguientes indicadores:

- Valor presente neto o valor actual neto (VPN) o (VAN)
- Tasa interna de retorno (TIR)
- Relación beneficio-costos (B/C)
- Tasa mínima de rendimiento aceptable (TREMA)

Para evaluar el presente proyecto se utilizará la tasa mínima de rendimiento aceptable, la cual indica la tasa de descuento o costo del capital, es decir, es el precio que se paga por los fondos requeridos para cubrir la inversión; representa una rentabilidad mínima que se le exigirá al estudio. Los cálculos efectuados se presentan a continuación.

Tabla XV. **Tasa mínima de rendimiento aceptable (TREMA)**

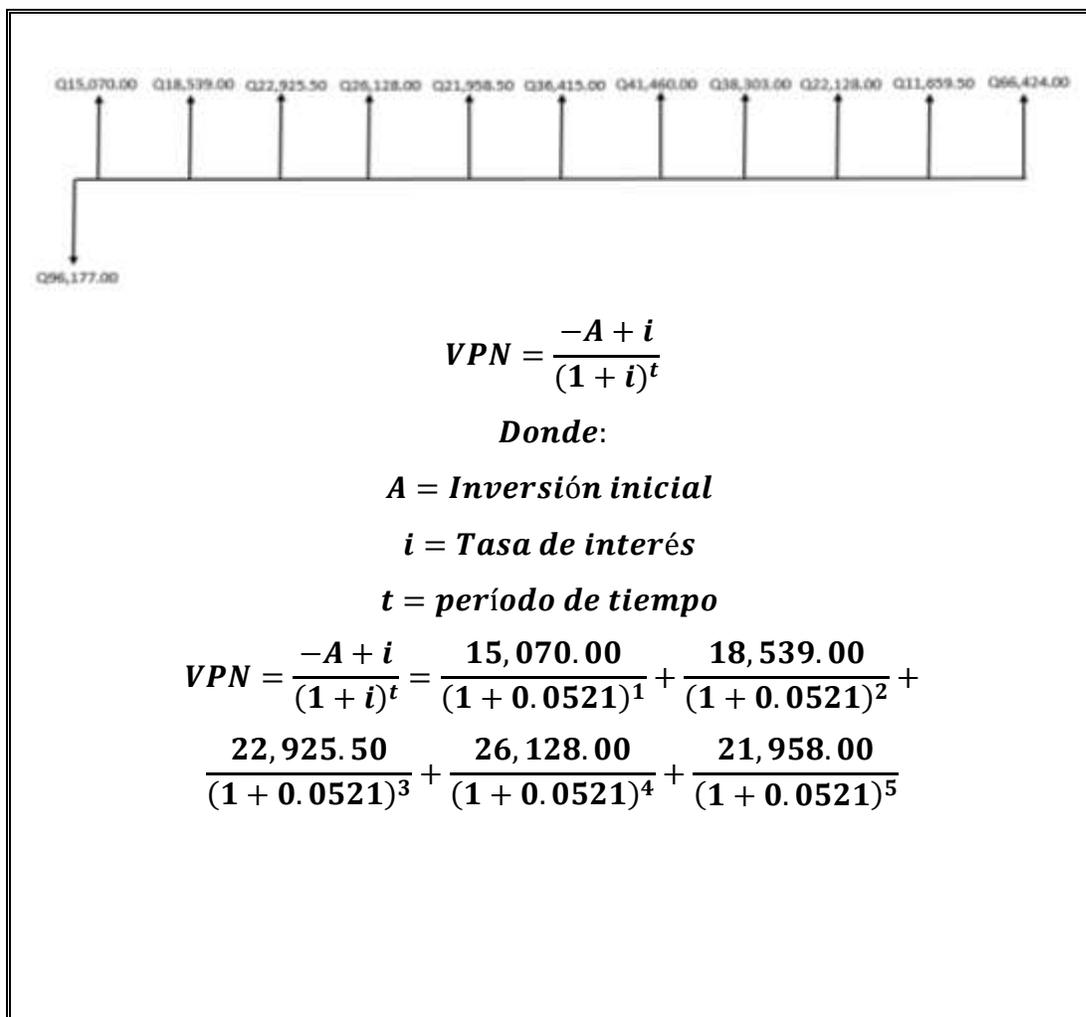
FINANCIAMIENTO	Aportaciones (%)	Oportunidad (%)	Inflación (%)	Riesgo (%)
FUENTES INTERNAS	10 0 %	7 %	5.21 %	5 %

$$\begin{aligned}
 i &= 5.21\% = 0.0521 \\
 \textit{Promedio} &= 5.21\% \\
 \textit{Máxima} &= 5\% \\
 \textit{Mínima} &= 4.30\% \\
 \textit{TREMA} &= 100(7) + 100(5.21) + 100(5) = \mathbf{17.21\%}
 \end{aligned}$$

Fuente: elaboración propia.

El cálculo de la tasa ponderada para evaluar el proyecto debe de hacerse con base en el capital existente y que al final será la tasa mínima de rendimiento que se exigirá al proyecto. De tal manera que la tasa a utilizar será del 17,21 %.El cálculo del valor presente neto o valor actual neto es necesario determinarlo para decidir la conveniencia de la inversión a realizar.

Tabla XVI. **Cálculo del valor presente neto**



Continuación de la tabla XVI.

$$\frac{36,415.00}{(1 + 0.0521)^6} + \frac{41,460.00}{(1 + 0.0521)^7} + \frac{38,303.00}{(1 + 0.0521)^8} + \frac{22,519.30}{(1 + 0.0521)^9} + \frac{11,659.30}{(1 + 0.0521)^{10}} + \frac{66,424.00}{(1 + 0.0521)^{11}} = \mathbf{Q133,624.15}$$

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla anterior, el resultado del valor presente neto es de 133 624,15; este dato determina que el proyecto sí es conveniente llevarlo a cabo. A continuación se incluye el cálculo de la tasa interna de retorno (TIR) la cual se utiliza para medir la rentabilidad financiera de las inversiones.

Tabla XVII. **Cálculo de la tasa interna de retorno**

Para calcular la tasa interna de retorno (TIR), se necesitan 2 tasas de interés distintas, para calcular el valor presente neto, uno positivo (+) y el otro negativo (-); para así proceder con el cálculo de la TIR.

$$VPN(+) = \mathbf{Q133,624.15}$$

$$VPN(-) = \mathbf{Q22,632.00}$$

$$TIR = \left[\frac{(Tasa\ 1 - Tasa\ 2)(0 - VPN(-))}{VPN(+)-VPN(-)} + Tasa\ 2 \right]$$

$$Tasa\ 1 = 5.21\% \rightarrow VPN(+) = \mathbf{Q133,624.15}$$

Continuación de la tabla XVII.

$$\begin{aligned} Tasa 2 &= 30\% \rightarrow VPN(-) = -Q22,632.00 \\ TIR &= \left[\frac{(Tasa 1 - Tasa 2)(0 - VPN(-))}{VPN(+)-VPN(-)} \right] + Tasa 2 \\ &= 0.2640 \\ \therefore TIR &= 0.2640 \approx \mathbf{26.40\%} \end{aligned}$$

Fuente: elaboración propia.

Para finalizar con el análisis económico, se realizó un cálculo costo/beneficio para determinar la conveniencia del proyecto mediante la valoración posterior en términos monetarios, de todos los costos y beneficios de dicho proyecto.

Tabla XVIII. **Análisis costo/beneficio o beneficio/costo**

$$\begin{aligned} \mathbf{BENEFICIO COSTO} &= \frac{\mathbf{Beneficios Positivos - Beneficios Negativos}}{\mathbf{Costos}} \\ \mathbf{BENEFICIO COSTO} &= \frac{\mathbf{Q341,901.60}}{\mathbf{Q237,351.82}} = \mathbf{Q1.44} \end{aligned}$$

Fuente: elaboración propia.

Luego de realizado el análisis beneficio/costo, se obtuvo un resultado de 1,4; dado que esta cantidad es mayor que 1, se llega a la conclusión que es rentable realizar el proyecto de implementación de buenas prácticas de

manufactura en el área de productos cárnicos de la granja experimental en la Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ya que con los ingresos que se obtienen, se puede realizar dicho proyecto con un tiempo de duración de un año.

4. PLAN DE CAPACITACIÓN A PERSONAL DE ÁREA DE PRODUCTOS CÁRNICOS

4.1. El personal

Aunque todas las normas que se refieran al personal sean conocidas, es importante remarcarlas debido a que son indispensables para lograr las buenas prácticas de manufactura.

Toda persona que manipule alimentos deberá recibir capacitación sobre hábitos y manipulación higiénica, ya que es responsabilidad de la empresa garantizar la inocuidad del producto; por lo que deberán proporcionar al personal, capacitaciones adecuadas y continuas.

Debe controlarse el estado de salud y la aparición de posibles enfermedades contagiosas entre los manipuladores. Por esto, las personas que están en contacto con los alimentos deben someterse a exámenes médicos, no solo previamente al ingreso, sino periódicamente, ya que es el personal el máximo portador de virus y bacterias en la manipulación de alimentos. Cualquier persona que perciba síntomas de enfermedad tiene que comunicarlo inmediatamente a su superior.

4.2. Qué es higiene del personal

La expresión higiene alimentaria está frecuentemente asociada a la higiene personal, limitándose, muchas de las veces, al cuidado en el lavado de las manos.

En verdad, el concepto de higiene personal se refiere al estado general de limpieza del cuerpo y la ropa de las personas que manipulan los alimentos. El hombre es portador de bacterias en la boca, nariz, manos e intestinos, y puede contaminar los alimentos cuando los manipula, tose o respira sobre los mismos. La contaminación de los alimentos puede tener varios orígenes, siendo la inadecuada manipulación durante el procesamiento y distribución, una de las principales causas de la diseminación de enfermedades de origen alimentario

Por eso es de extrema importancia que el manipulador higienice todo lo que vaya a entrar en contacto con el alimento, además de que se encuentre en plena condición de salud para evitar cualquier tipo de contaminación. Si el manipulador entra en contacto con cualquier microorganismo patogénico a través de la ropa, manos, cabello, uñas y anillos y después prepara alimentos, esos mismos microorganismos pueden pasar a la comida con facilidad, llegando hasta el consumidor.

Tanto la higiene personal de quien manipula los alimentos como el comportamiento que asume durante su procesamiento, constituyen una preocupación fundamental en la industria alimentaria. El conjunto de normas, condiciones y prácticas que aseguran una adecuada higiene personal constituyen las buenas prácticas de higiene personal.

4.3. Las reglas básicas de higiene personal

Se estima que las enfermedades causadas por alimentos contaminados constituyen uno de los problemas sanitarios más difundidos en el mundo de hoy.

Aplicando prácticas adecuadas durante la manipulación de alimentos, reducirá considerablemente el riesgo que entrañan las enfermedades de origen alimentario.

Reglas básicas que el manipulador debe tener en cuenta:

- Higiene
 - Limpieza corporal general
 - Limpieza y cuidado de manos: deberá lavárselas con abundante agua caliente y jabón (preferentemente líquido) y secar con toalla de un solo uso; en caso contrario, la misma deberá estar siempre en perfecto estado de limpieza:
 - El lavado de manos se realizará:
 - Antes de comenzar a trabajar y cada vez que se interrumpe por algún motivo.
 - Antes y después de manipular alimentos crudos y cocidos
 - Luego de manipular dinero
 - Luego de utilizar el pañuelo para toser, estornudar o limpiarse la nariz.
 - Luego de manipular basura.
 - Luego de hacer uso del baño. Si ha estado en contacto con animales o insectos.
 - Si ha utilizado insecticidas, veneno, etc.
 - Las uñas deben estar siempre cortas y limpias; para ello utilizar cepillo adecuado y jabón.

- Utilizar gorra, cofia o redecilla en la cabeza (imprescindible porque impide que eventuales suciedades del cabello contaminen los alimentos) y guantes descartables en manos.
- No fumar, comer, probar los alimentos con el dedo y/o masticar chicle, durante la preparación de los alimentos.
- No estornudar ni toser sobre los alimentos; para ello cubrirse la boca con pañuelo o barbijo.
- Salud
 - Evitar cocinar en los siguientes casos:
 - Si presenta alguna lesión en las manos.
 - Si presenta secreciones anormales por nariz, oídos, ojos.
 - Si presenta náuseas, vómitos, diarrea, fiebre.
 - El manipulador de alimentos debe estar atento ante toxiinfecciones alimentarias de quienes convivan con él y tomar las precauciones necesarias para evitar contagio.
- Almacenamiento de los alimentos
 - Los alimentos que no necesitan frío se deben almacenar en lugares limpios, secos, ventilados y protegidos de la luz solar y la humedad, siendo estos los que favorecen la reproducción de bacterias y hongos.

- Los alimentos que por sus características sean favorables al crecimiento bacteriano, hay que conservarlos en régimen frío.
 - Los alimentos deben colocarse en estanterías de fácil acceso a la limpieza, nunca en el suelo ni en contacto con las paredes.
 - No sobrepasar la capacidad de almacenamiento de las instalaciones.
 - No barrer en seco (en ninguna instalación donde se conserven y/o manipulen alimentos).
 - Separar los alimentos crudos de los cocidos: si no se puede evitar que compartan el mismo estante, al menos, aislarlos con bolsas apropiadas o recipientes de plástico o vidrio.
- Preparación de alimentos
 - Los utensilios utilizados para la preparación y servido de la comida deben estar siempre en perfecto estado de limpieza. Lavarlos con detergente correctamente diluido y agua caliente, procurando siempre que no queden restos de comida.
 - Cocer los alimentos a temperatura suficiente (70°C) para asegurar que los microorganismos no se reproduzcan. Comprobar la temperatura de cocción.
 - Evitar mantener los alimentos a temperaturas entre 10 y 60°C, en las cuales se produce la multiplicación rápida y progresiva de los microorganismos.

- Evitar la contaminación cruzada (contacto de alimentos crudos con cocidos mediante las manos del manipulador o la utilización de la misma superficie sin previa limpieza y/o utensilios de cocina).
- Controlar siempre fecha de vencimiento y estado general de envases y recipientes (latas, frascos, botellas, cajas, bolsas, etc.).
- Se deben utilizar guantes de látex o nitrilo con la certificación correspondiente emitida por las normas locales; solo el nitrilo podrá tocar aceites y grasas mientras que el látex no podrá manipular dichos productos.

4.4. Obligaciones en casa

Todas aquellas personas que laboran dentro una planta de manipulación de alimentos, en sus casas, deberán mantener ciertos hábitos higiénicos, entre los cuales se estipulan:

- Bañarse diariamente
- Lavarse el cabello al menos tres veces por semana
- Vestirse con ropa limpia diariamente
- Cortarse y limpiarse las uñas frecuentemente
- Cepillarse las uñas con jabón antibacterial
- No utilizar pintura ni esmalte en las uñas, ni usar uñas postizas
- En el caso de personal masculino recortarse el cabello, barba y bigote regularmente.
- Cepillarse los dientes diariamente

4.5. Obligaciones en la planta

El personal colaborador, al momento de ingresar al área de trabajo, debe seguir los siguientes lineamientos:

- Quitarse todos los objetos que lleven puestos, tales como: relojes, cadenas o collares, anillos, aretes, esclavas, pulseras de todo tipo, pelucas, uñas postizas, etc.
- Guardar los objetos personales en el casillero o área designada. Esto incluye suéteres, joyas, periódicos, zapatos. Nunca deberá guardarse alimentos en los lockers.
- Lavarse las manos frecuentemente.
- Reportar cualquier molesta o enfermedad al jefe superior.
- Los cortes y heridas, cuando se le permita al personal seguir trabajando, deberán cubrirse con vendajes impermeables y de color fluorescente.
- Utilizar de manera completa la indumentaria de protección personal.

4.6. Qué no se debe hacer dentro del área de proceso

- Comer
- Beber
- Fumar
- Escupir
- Estornudar sobre los alimentos

- Secarse el sudor con las manos o brazos
- Limpiarse, sonarse, rascarse o hurgarse la nariz
- Uso de lenguaje indebido
- Usar suéteres, chaqueta, camisas, o cualquier prenda con manga larga
- Masticar chicle
- Peinarse o tocarse el cabello
- Quitarse la cofia

4.7. Mantenimiento preventivo

Este se va a realiza de forma periódica, reemplazando piezas, utensilios o comprobando parámetros para evitar desperfectos durante el funcionamiento o deterioro de la estructura.

- Se elabora de acuerdo a los equipos, utensilios en contacto con alimentos y a las estructuras cuyo deterioro puede afectar la seguridad de los mismos, un plan de mantenimiento preventivo (ver ejemplo en los anexos)), donde se listan todos los equipos, utensilios y estructuras, el área de uso, su principal desperfecto, la frecuencia de mantenimiento preventivo, el responsable y supervisor.
- Asimismo confecciona un cronograma anual de mantenimiento preventivo (ver ejemplo en el anexo correspondiente al cronograma anual de mantenimiento de equipos, utensilios/estructuras), donde se indica el área, nombre, fecha, actividad de ultimo mantenimiento y en qué momento se realiza del año.
- Los equipos implantados en el área de producción están rotulados e identificados.

4.8. Capacitación al personal sobre buenas prácticas de manufactura

Una de las principales fuentes potenciales de contaminantes de los alimentos es el recurso humano, razón por la cual es necesaria la correcta aplicación de las BPM.

Previo a la aplicación de las mismas es importante capacitar al personal, para integrar a todos los colaboradores de la empresa o institución, en el aseguramiento de la calidad del producto y por ende mantener un ambiente sano y agradable.

El éxito de capacitar al personal dependerá de qué tan bien comprendan ellos los cambios que se estarán realizando para lograr dicho objetivo; la siguiente propuesta está basada en cinco fases básicas de qué debe contener una capacitación:

- Preparación de la persona capacitadora o instructor
- Preparación del colaborador
- Demostración del trabajo
- Desempeño de parte del colaborador
- Evolución de los colaboradores

4.8.1. Primera fase: preparación del instructor

- Capacitar en área designada.
- Conocer las condiciones y procedimientos del área designada.

- Identificar qué procedimientos y pasos no cumplen con el reglamento de las BPM.
- Realizar una lista de los cambios que se deben hacer y del personal al que puede afectarle el no cumplir con el reglamento de las BPM.
- Hacer énfasis en los procedimientos que se deben o no hacer, de manera que el personal que recibe la capacitación comprenda la finalidad de la misma.

4.8.2. Segunda fase: preparación del colaborador

- Asegurarse de que el capacitador y el colaborador rompan el hielo; esto con la finalidad de trabajar en un ambiente armonioso.
- Crear confianza para que el personal al que se le está capacitando pierda el miedo de participar y dar a conocer su opinión.
- Expresar su satisfacción con las personas que reciben la capacitación.
- Dejar que los participantes discutan los cambios y posteriormente explicarles por qué los cambios son de suma importancia.
- Expresar su confianza en la habilidad de los empleados, para que así pueda implementarse cambios en la rutina laboral.

4.8.3. Tercera fase: demostración del trabajo

- Ser breve en la demostración del trabajo, ya que los pequeños cambios no necesitan demostraciones complejas.
- Al momento de añadir un procedimiento nuevo se recomienda lo siguiente:
 - Enseñar al colaborador cómo debe realizar la tarea
 - Explicar los beneficios de por qué es mejor ese método
 - Invitar a la persona a que ponga en práctica lo aprendido
 - Verificar si lo está realizando de manera adecuada
 - Corregirle, si fuera necesario, sin hacerlo sentir mal
 - Incitar preguntas y aclararlas, de manera que sean comprendidas

4.8.4. Desempeño del colaborador

Esta fase dependerá de la experiencia que tenga el empleado y la complejidad de los cambios que se estén realizando, por lo tanto, si los cambios son pequeños, no será necesario aplicar pruebas muy complejas. El tipo de prueba a aplicar queda a criterio de la gerencia de la empresa o institución; se recomienda que sea acorde al puesto del colaborador. Una introducción e inducción completa de los procedimientos recientemente implementados pueden requerir el tipo de capacitación utilizada para nuevos colaboradores.

4.8.5. Evolución de los colaboradores

Para observar la evolución de los colaboradores es necesario realizar inspecciones con frecuencia, esto para evitar que los mismos regresen a sus rutinas anteriores.

Si llegara a darse un retroceso por parte de los colaboradores, inmediatamente se le debe corregir y asegurarse de que entienda cómo debe hacer la tarea y por qué debe hacerla así. Ya que el retroceso de esta persona puede afectar al resto.

4.8.6. Procedimientos básicos de una capacitación de buenas prácticas de manufactura

- Objetivo general: educar y capacitar al personal manipulador de alimentos mediante charlas y actividades, donde se dé a conocer conceptos claros de buenas prácticas de manufactura, para garantizar que las operaciones se realicen higiénicamente, desde la llegada de la materia prima hasta obtener el producto terminado.

- Objetivos específicos
 - Realizar inducción a todo el personal sobre las normas básicas de higiene.
 - Implementar herramientas básicas para la obtención de productos seguros para el consumo humano, mediante prácticas higiénicas en los hábitos personales, uso de uniformes, instalaciones.
 - Educar sobre limpieza y desinfección de manos y utensilios a todos los manipuladores de alimentos.
 - Dar a conocer la importancia del control de plagas en el establecimiento.

- Evaluar a través de diferentes actividades los conocimientos adquiridos por el personal capacitado, con el fin de realizar mejoras en futuras capacitaciones.
- Justificación: en el área de productos cárnicos de la granja experimental se realizan procesos de elaboración de alimentos; por consiguiente es importante saber que la causa principal de la contaminación de alimentos es la falta de higiene en la manipulación; las personas encargadas de esta labor juegan un papel importante con sus actitudes; para corregir esta situación y esta actitud responsable el manipular alimentos es clave para evitar enfermedades al consumidor. Esto hace que el manipulador practique reglas básicas que tienen que ver con su estado de salud, higiene personal, vestimenta y hábitos en la manipulación de alimentos. La correcta presentación y hábitos higiénicos, además de ayudar a prevenir las enfermedades, dan una sensación de seguridad al consumidor, por ello es importante capacitar al personal en las buenas prácticas de manufactura para regular las actividades que generan riesgo al consumidor.
- Metodología: explicación donde se expone la importancia de las prácticas higiénicas para el manipulador de alimentos.
- Contenido
 - Presentación de los capacitadores
 - Exposiciones teóricas
 - Espacio para aclaración de dudas
 - Entrega de material con normas higiénicas
 - Recorrido por la planta

- Recursos didácticos: proyector, folletos con normas higiénicas.

4.8.6.1. ¿Qué son las BPM?

Son una herramienta básica para la obtención de productos seguros para el consumo humano, que se centralizan en la higiene y forma de manipulación, teniendo en cuenta:

- Estado de salud
- Capacitación
- Prácticas higiénicas

4.8.6.2. Estado de salud del manipulador

Debe controlarse el estado de salud y aparición de posibles enfermedades contagiosas entre manipuladores. Las personas que estén en contacto con los alimentos deben someterse a exámenes médicos previo al inicio de labores, periódicamente, y cada vez que se considere necesario, mínimo una vez al año.

Ninguna persona que sufra una herida puede manipular alimentos o superficies en contacto con ellos; igualmente si padece una enfermedad en las vías respiratorias o del estómago, si se tiene infecciones en la piel, diarreas, o uñeros; lo recomendado es evitar en ese tiempo la manipulación de alimentos por alta probabilidad de contaminarlos por gérmenes. Si es inevitable trabajar mientras se sufre una enfermedad respiratoria, es necesario que el manipulador extreme sus cuidados para evitar hábitos como toser, estornudar o hablar sobre los alimentos.

Asimismo, si el manipulador debe permanecer necesariamente preparando alimentos cuando tiene heridas en las manos, deberá cubrirlas con una banda protectora y guantes que deben ser cambiados frecuentemente.

4.8.6.3. Prácticas higiénicas del manipulador de alimentos

Todo personal que manipule alimentos debe mantener la higiene personal, dado que la prevención de la contaminación de los alimentos se fundamenta en la higiene del manipulador, por eso es necesario:

- Ducharse antes de ir a trabajar
- Mantener las uñas cortas y sin pintar
- Lavarse los dientes después de comer
- No fumar cuando manipula alimentos
- No usar anillos, pulseras, cadenas o aretes
- No estornudar ni toser encima de los alimentos
- Usar uniforme completo
- Mantener siempre limpio el uniforme
- Cambiar a diario el uniforme
- No llevar objetos en los bolsillos de las batas
- Llevar calzado adecuado
- Usar mascarilla cuando sea necesario
- Utilizar cofia dentro del área de procesamiento
- Permanecer callado cuando se manipulan alimentos
- Mantener limpias las áreas de trabajo
- Limpiar inmediatamente lo que se derrame, pues estos atraen insectos y roedores
- Lavar y desinfectar los equipos antes y después de su uso

- Utilizar agua potable
- Usar jabón desinfectante
- Lavarse muy bien las manos antes y después de:
 - Manipular alimentos
 - Comer o beber
 - Fumar
 - Tocarse la nariz
 - Estornudar o toser
 - Manejar dinero
 - Limpiar áreas de trabajo peinarse
 - Llevarse las manos a cualquier parte del cuerpo
 - Secarse el sudor
 - Recoger objetos caídos del suelo.

4.8.6.4. Etapas para un correcto lavado de manos

- Remangar el uniforme hasta el codo
- Enjuagar las manos y antebrazo hasta el codo.
- Frotar las manos con jabón hasta que se forme espuma y extenderla de las manos hacia los codos.
- Cepillar cuidadosamente manos y uñas. El cepillo deberá permanecer en una solución desinfectante (cloro o yodo, por ejemplo). Mientras no se use, se renovará al menos dos veces por turno. A falta de cepillo, el lavado con agua y jabón se hará durante 20 segundos, restregando fuerte manos y uñas.

- Enjuagar bien al chorro de agua desde las manos hacia los codos. Lo ideal es poder secar bien las manos con la toalla de papel. Los secadores de aire demoran en secar las manos; requieren más de un ciclo para lograrlo y casi siempre el manipulador termina de secarlas con la ropa. En los casos en que no se dispone de toallas de papel, se debe contar con una toalla que permanezca siempre limpia.
- Desinfectar las manos en una solución apropiada de ser necesario. Puede utilizarse alcohol también para este propósito.

Tabla XIX. **Contenido general de capacitaciones**

MÓDULO	CONTENIDOS GENERALES	DIRIGIDO A			CUANDO
		TÉCNICO	BÁSICO	GENERAL	
Manejo seguro de alimentos	1. Generalidades	X	X	X	Ingreso y continuo
	2. Nutrición				
	3. Inocuidad de los alimentos				
	4. Enfermedades transmitidas por los alimentos				
	5. Contaminación y alteración de los alimentos				
	6. Buenas prácticas de manufactura				
Manual de buenas prácticas de manufactura	1. Introducción	X	X	X	Ingreso y continuo
	2. Procedimientos que se aplican en las plantas				
	3. Registros				

Fuente: elaboración propia

“Se les capacita en los procedimientos específicos donde participan”.

- Cada vez que se realiza una capacitación de entrenamiento o reentrenamiento ya sea colectiva o individual se deja constancia en el registro general de capacitación (ver anexo II) y en el registro individual de capacitación de cada empleado (ver anexo III) al que se le adjunta la evaluación correspondiente.
- Se elabora un listado del personal que trabaja en el área de cárnicos donde indica apellido, nombre, código de empleado (si lo amerita), fecha de ingreso, puesto que ocupa, capacitaciones recibidas y fecha (Ver anexo VI).
- Se analizan los resultados obtenidos por las actividades formativas y se comprueba si lo impartido se lleva a cabo. Esto se realizará por lo menos una vez al año. En caso que se compruebe alguna falla, se programará un reentrenamiento del personal.

4.8.7. Capacitaciones futuras de buenas prácticas de manufactura

Se puede constatar que los colaboradores del área de cárnicos nunca han recibido capacitaciones de buenas prácticas de manufactura. Es por ello que se considera necesario impartir dichas capacitaciones, razón por la cual se propone que de ahora en adelante se utilice el procedimiento básico para futuras capacitaciones de buenas prácticas de manufactura y cualquier otra que la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia crea conveniente implementar para elevar el nivel educativo del personal.

4.8.8. Procedimientos operativos estandarizados de saneamiento (POES)

El mantenimiento de la higiene en instituciones y empresas procesadoras de alimentos es una condición esencial para asegurar la inocuidad de los productos que ahí se elaboren. Una manera eficiente y segura de llevar a cabo las operaciones de saneamiento es la implementación de los procedimientos operativos estandarizados de saneamiento (POES).

4.8.8.1. ¿Qué son los POES?

Son procedimientos operativos estandarizados que describen las tareas de saneamiento. Se aplican antes, durante y después de las operaciones de elaboración.

Los POES están establecidos como obligatorios por resolución No. 233/98 de SENASA, en la cual se establece lo siguiente: “Todos los establecimientos donde se faenen animales, elaboren, fraccionen y/o depositen alimentos están obligados a desarrollar procedimientos operativos estandarizados de saneamiento (POES) que describan los métodos de saneamiento diario, a ser cumplidos por el establecimiento (...)”.

Dicha resolución no impone procedimientos específicos de saneamiento, sino que establece un método para asegurar el mejor cumplimiento de los ya existentes. En cada etapa de la cadena alimentaria, desde la producción primaria hasta el consumo, son necesarias y eficaces prácticas higiénicas. Asimismo, la aplicación de POES es un requerimiento fundamental para la implementación de sistemas que aseguren la calidad de los alimentos.

Para la implantación de los POES, al igual que en los sistemas de calidad, la selección y capacitación del personal responsable cobra suma importancia.

4.8.8.2. Los cinco tópicos que consideran los POES

- Tópico I: el énfasis de este tópico está puesto en la prevención de una posible contaminación directa del producto. Por ello cada establecimiento tiene la posibilidad de diseñar el plan que desee, con sus detalles y especificaciones particulares:
 - “Cada establecimiento debe tener un plan escrito que describa los procedimientos diarios que se llevarán a cabo durante y entre las operaciones, así como las medidas correctivas previstas y la frecuencia con la que se realizarán para prevenir contaminación directa de los productos”.
 - Las plantas deben desarrollar procedimientos que puedan ser eficientemente realizados, teniendo en cuenta la política de la dirección, el tamaño del establecimiento y la naturaleza de las operaciones que se desarrollan. También deben prever un mecanismo de reacción inmediato frente a una contaminación.
 - Los encargados de la inspección del plan deben exigir que el personal lleve a cabo los procedimientos establecidos y que actúe si se producen contaminaciones directas de los productos.

- Tópico II: las plantas tienen flexibilidad para determinar quién será la persona a cargo, siempre y cuando tenga autoridad en el lugar. “Cada POES debe estar firmado por una persona de la empresa con total autoridad en el lugar, o por una persona de alta jerarquía en la planta. Debe ser firmado en el inicio del mismo y cuando se realice”. La importancia de este punto radica en que la higiene constituye un reflejo de los conocimientos, actitudes, políticas de la dirección y los mandos medios. La mayoría de los problemas asociados con una higiene inadecuada podrían evitarse con la selección, formación activa y motivación del equipo de limpieza.

- Tópico III: los procedimientos preoperacionales son aquellos que se llevan a cabo en los intervalos de producción y como mínimo deben incluir la limpieza de las superficies, de las instalaciones y de los equipos y utensilios que están en contacto con alimentos. El resultado será una adecuada limpieza antes de empezar la producción. Deben tomarse en cuenta los siguientes aspectos:
 - Se deberá detallar minuciosamente la manera de limpiar y desinfectar cada equipo y sus piezas, en caso de desarmarlos.

 - Los procedimientos sanitarios incluyen la identificación de los productos de limpieza y desinfectantes, y adicionalmente la descripción del desarme y rearme del equipamiento antes y después de la limpieza. Se detallarán también las técnicas de limpieza utilizadas y la aplicación de desinfectantes a las superficies de contacto con los productos, después de la limpieza.

- Los POES deben identificar procedimientos de saneamiento pre operacionales y diferenciarse de las actividades de saneamiento que se realizarán durante las operaciones.
- La efectividad de los procedimientos de saneamiento preoperacionales se determinará a través de la verificación y no a través de procedimientos de evaluación.

Tabla XX. Limpieza y desinfección

La limpieza está referida a la eliminación de tierra, restos de alimentos polvo u otras materias objetables.

La desinfección es la reducción mediante agentes químicos (desinfectantes) o métodos físicos adecuados, del número de microorganismos en el edificio, instalaciones, maquinaria y utensilios, a un nivel que no dé lugar a contaminación del alimento que se elabora.

El saneamiento involucra ambas operaciones.

Fuente: elaboración propia.

- Es importante verificar la correcta limpieza y desinfección mediante distintos métodos, tales como pruebas microbiológicas de áreas determinadas de las superficies donde se manipulan los productos y/o de los equipos.

- Se pueden realizar también pruebas del producto terminado o del diagrama de flujo, lo que implicaría tener muestras del producto en elaboración en las distintas etapas del proceso y asociar el nivel de higiene de los equipos y del ambiente de producción con el nivel de contaminación del producto en dicha instancia.
- Los POES que se realizan entre cada operación (limpieza y desinfección de equipos y utensilios) deben ser descritos al igual que los procedimientos de vestir externas (delantales, guantes, cofias, etc.), al lavado de manos, al estado de salud, etc.
- Los agentes de limpieza y desinfección que se manejen en las áreas de elaboración no deben ser un factor de contaminación para los productos.
- La empresa debe identificar a las personas que son responsables de la implementación y del mantenimiento diario de las actividades de saneamiento que fueron descriptas en el plan.
- Tópico IV: el personal designado será además el que realizará las correcciones del plan, cuando sea conveniente. Los establecimientos deben tener registros diarios que demuestren que se están llevando a cabo los procedimientos de sanitización que fueron delineados en el plan de POES, incluyendo las acciones correctivas que fueron tomadas.
- Tópico V: no hay requerimientos respecto del formato. Los registros pueden ser mantenidos en papel y/o de cualquiera otra manera que resulte accesible al personal que realiza las inspecciones.

4.8.9. Sistema de control de plagas

La granja experimental no cuenta con un sistema de control de plagas, cuya finalidad es prevenir la contaminación cruzada, originada por insectos y roedores mediante una buena higiene y saneamiento del área, de modo que estos no constituyan métodos de contaminación de las materias primas, producto en proceso y producto terminado.

4.8.9.1. Plan de trabajo de control de plagas

Dentro de los programas prerequisites con los que se debe contar antes de implementar las buenas prácticas de manufactura está el control de plagas, el cual consiste no solamente en contar con un sistema preventivo sino también en aplicarlo de manera eficiente a través de un buen plan de trabajo, con el cual se pretende asegurar la cadena del proceso productivo y por ende del producto final.

Se debe contratar el servicio de *outsourcing* de una empresa líder y experta en plagas para llevar el control que se requiere de forma quincenal. Asimismo, el personal interno deberá realizar una inspección diaria, la cual quede documentada para llevar dicho control.

De igual forma deberá existir un programa contra plagas que incluirá toda el área de productos cárnicos y sus alrededores, cuya finalidad es prevenir la contaminación cruzada, originada por insectos y roedores mediante una buena higiene y saneamiento del área en general, de modo que estos no constituyan métodos de contaminación para la carne.

El programa de control de plagas consiste no solamente en contar con un sistema preventivo, sino también aplicarlo de manera eficiente a través de un buen plan de trabajo, con el cual se pretende asegurar la calidad del proceso productivo y por ende el producto final.

A continuación se presenta el plan de trabajo, el cual se pretende sea utilizado para las instalaciones del área de productos cárnicos.

- Objetivo general: prevenir y controlar la presencia de cualquier tipo de plagas dentro del área de cárnicos, ejerciendo todas las tareas necesarias para garantizar la eliminación de los sitios donde insectos y roedores puedan anidar y/o alimentarse.

- Objetivos específicos
 - Conocer la metodología a utilizar para llevar a cabo el plan de manejo integral de plagas.

 - Describir las actividades de prevención, control y eliminación de insectos y roedores, tanto en áreas internas como externas.

 - Garantizar la inocuidad de los alimentos en cada una de las etapas de transformación de los mismos, brindando un producto sano para su consumo.

- Alcance: aplica para toda el área de productos cárnicos, tanto en su interior como exterior.

- Metodología: para lograr un adecuado plan de tareas y un óptimo resultado del mismo, se deben seguir los siguientes pasos:
 - Diagnóstico de las instalaciones e identificación de los sectores de riesgo
 - Monitoreo
 - Mantenimiento e higiene (control no químico)
 - Aplicación de productos (control químico)
 - Acciones para el seguimiento de control de plagas

- Diagnóstico de las instalaciones e identificación de los sectores de riesgo: en esta etapa inicial se determinan las plagas presentes, los posibles sectores de ingreso, los potenciales lugares de anidamiento y las fuentes de alimentación, para lo cual es recomendable la elaboración de un registro para el diagnóstico de plagas.

Figura 69. Registro de diagnóstico de plagas

	FACULTAD DE VETERINARIA Y ZOOTECNIA	Codigo: FV-RG-PC-007
	ÁREA DE CARNICOS	FECHA: 26/11/2014
REGISTRO DE DIAGNÓSTICO DE PLAGAS		Version: 1
Posibles Vías de Ingreso		
¿Se observa agua estancada?	Si ___	No ___
¿Se observa pastos altos en los alrededores?	Si ___	No ___
¿Se observan rejillas en áreas externas del área de cárnicos?	Si ___	No ___
Observaciones _____		
Posibles lugares de Anidamiento		
¿Se observa algún tipo de insecto en las paredes?	Si ___	No ___
¿Se observa algún tipo de insecto en las lámparas de luz?	Si ___	No ___
¿Se observa algún tipo de insecto en espacios entre equipos?	Si ___	No ___
¿Se observa algún tipo de insecto o roedor en desagües?	Si ___	No ___
Observaciones _____		
Posibles lugares de alimentación		
¿Se observan restos de operatoria productiva?	Si ___	No ___
¿Se observan insumos y materia prima vencida?	Si ___	No ___
¿Se observa pérdida de agua, que provoque agua estancada?	Si ___	No ___
¿Se observan utensilios del proceso de producción sucios?	Si ___	No ___
Observaciones _____		
Signos de plagas presentes		
En el caso de aves:		
¿Se observan nidos?	Si ___	No ___
¿Se observan plumas?	Si ___	No ___
¿Se observa excremento?	Si ___	No ___
En caso de insectos:		
¿Se observan mudas?	Si ___	No ___
¿Se observan pupas?	Si ___	No ___
¿Se observan huevos de insectos?	Si ___	No ___
¿Se observa excremento?	Si ___	No ___
En caso de roedores:		
¿Se observa pisadas?	Si ___	No ___
¿Se observa excremento y orina?	Si ___	No ___
¿Se observan madrigueras?	Si ___	No ___
¿Se observan roeduras?	Si ___	No ___
¿Se observan pelos?	Si ___	No ___
Observaciones _____		
Encargado de Verificación: _____		

Fuente: elaboración propia.

- Monitoreo: es una herramienta eficaz, ya que registra si hay o no presencia de plagas y su evolución en las distintas zonas críticas determinadas a través del paso 1.

- Mantenimiento e higiene (control no químico): en esta etapa se consideran las medidas preventivas para minimizar la presencia de plagas dentro del área de cárnicos, las cuales se deben realizar diariamente al finalizar la jornada de trabajo. Las mismas consisten en:
 - Limpiar todos los restos de materia prima en superficies o áreas al finalizar la jornada de trabajo.
 - Barrer los suelos, especialmente cerca de las paredes.
 - Limpiar los desagües y secar bien los pisos para evitar agua estancada.
 - No depositar basura dentro ni en cercanías del área de cárnicos.
 - Mantener cerradas las puertas exteriores. Las puertas que quedan abiertas para la ventilación deben contener un alambrado de tejido fino para evitar el ingreso de insectos voladores.
 - No remover las trampas contra roedores e insectos que serán instalados en el área de cárnicos.
 - Comunicar la presencia y ubicación de los insectos y roedores al responsable de control de plagas.

Con la aplicación de estas acciones se crean condiciones adversas, lo cual dificulta el desarrollo de plagas dentro de la planta. Además de las medidas de prevención, es importante tomar medidas de:

- Control físico: consiste en tomar acciones de exclusión de las plagas en las zonas más propensas a las mismas, las cuales van a ser indicadas por el personal de la empresa subcontratada para minimizar la presencia de plagas. Los agujeros de los desagües y otros lugares donde puedan penetrar las plagas, deberán mantenerse cerrados herméticamente, mediante redes metálicas; esto reducirá el problema de la entrada de plagas. Dentro de las acciones de control físico están: uso de distintos elementos no químicos para la captura de insectos, como:
 - Trampas de luz UV: se utiliza en todos los lugares donde se manipulan alimentos; es la trampa de luz con adhesivo. Las lámparas, en este caso, son muy útiles porque los insectos tienen adaptado su sistema visual que resulta sensible a la luz ultravioleta o UV del espectro electromagnético.

Figura 70. **Trampa de luz UV para insectos**



Fuente: <http://www.agroambientedeguatemala.cl>. Consulta: 25 de febrero de 2015.

- Trampas de pegamento: también conocidas como trampas adhesivas; son un mecanismo no tóxico que utiliza bandejas de pegamento en su interior, donde los roedores son atraídos por una carnada natural como un trozo de queso, boliqueso, entre otros; y encuentran en la trampa una especie de refugio oscuro que es lo que ellos prefieren.

Figura 71. **Trampas de pegamento para roedores**



Fuente: <http://www.gt.all.biz>. Consulta: 25 de febrero de 2015.

- Estaciones de monitoreo: son estaciones con bandas pegajosas en su interior. En las cuales el insecto ingresa a la trampa, debido al atrayente sexual (feromonas) que contiene la banda pegajosa. Al ingresar a la estación, el insecto queda atrapado en dicha banda, la cual es necesario reemplazar cada cierto tiempo dependiendo del nivel de infestación.

- Aplicación de productos (control químico): una vez conocido el tipo de plaga que hay que controlar, se procede a planificar la aplicación de productos químicos, la cual debe de hacerlo personal idóneo y capacitado. Es necesario contar con el listado de productos a utilizar con su correspondiente descripción, la cual deberá indicar el nombre comercial de cada uno de ellos, el principio activo, certificados de habilidad ante el Ministerio de Salud y la dosificación en la que deberá suministrarse. Asimismo, deberá adjuntarse la hoja de seguridad de cada producto, los cuales serán provistos por el fabricante de los mismos. A la hora de aplicar estos productos se deben tomar algunas medidas de seguridad:
 - Se debe leer la etiqueta para comprobar que se trata del producto correcto para el tipo de plaga.
 - Utilizar ropa de protección adecuada
 - Utilizar equipo de aplicación adecuado
 - En caso de contacto con el producto, seguir las indicaciones de la etiqueta.

Entre los productos químicos que deberán ser utilizados en el área de cárnicos para el control de plagas están los cebos e insecticidas, de manera que no presenten una amenaza para la inocuidad del alimento.

- Se colocan cebos anticoagulantes de segunda generación, los cuales producen hemorragias internas, progresivas hasta causar la muerte, sin alterar a la camada de roedores, estos serán ubicados en sitios estratégicos. Las estaciones de cebado serán distribuidas por toda el área para evaluar las posibles entradas y su presencia en

determinados sitios de infestación. Se harán controles semanales en los que se evaluará el cebo en estado intacto para cambiarlo de sitio y hacer reposiciones en el cebo consumido. Localizando las madrigueras en caso de ser visualizadas dentro y fuera de las instalaciones y sellándolas con gases.

- Insecticida: se propone un insecticida piretroide, ya que son los más comúnmente utilizados en industrias de alimentos; son de gran efecto insecticida por su alto contenido de isómero CIS. Acción contra insectos voladores y rastreros y no produce irritación a las personas. La aplicación de dicho insecticida debe hacerse con equipo manual o motorizado en dilución con agua. La dosis a utilizar para el control de plagas se presenta en la siguiente tabla:

Tabla XXI. **Dosis de uso de insecticida para el control de plagas**

Tipo de plaga	Dosis
Tratamiento residual (cucarachas, hormigas, pulgas)	100 – 150 ml de desinfectante por cada 5 litros de agua.
Insectos voladores (moscas, zancudos, avispas, palomillas)	50 – 75 ml de desinfectante por cada 5 litros de agua.
Termonebulización	700 ml de desinfectante en cada 4.3 litros de agua, gasoil o kerosene desodorizado.

Fuente: elaboración propia.

4.8.9.2. Acciones para el seguimiento de control de plagas

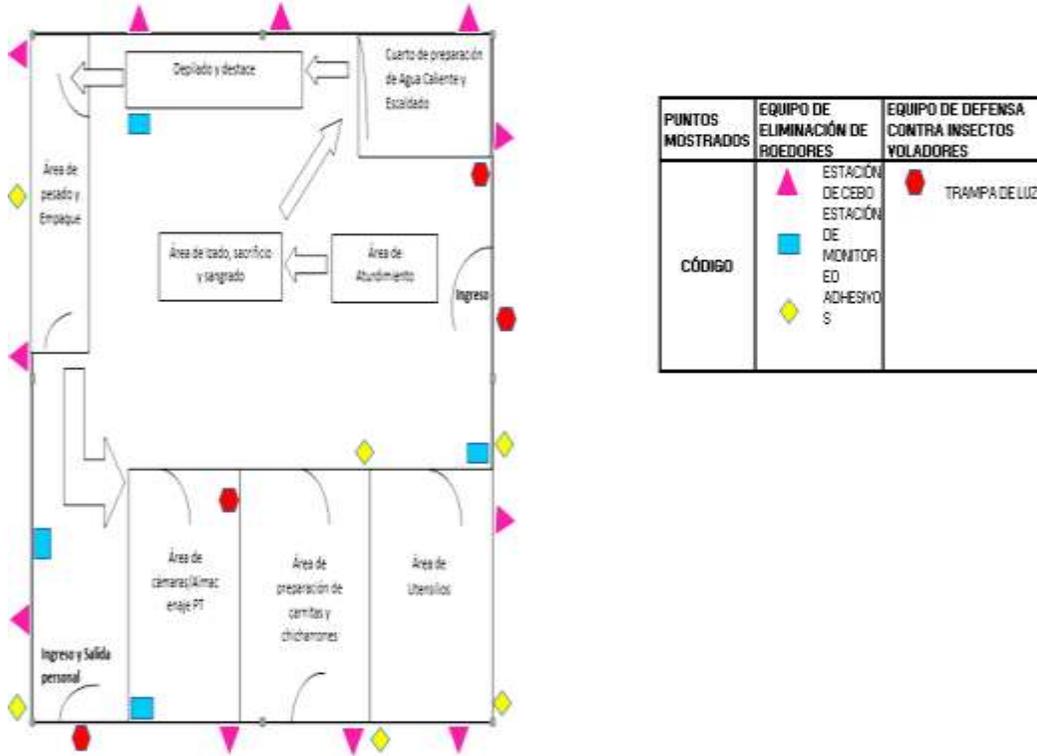
Para mantener el sistema de control de plagas en óptimas condiciones es necesario realizar las siguientes acciones:

- Abastecer las estaciones de cebado
- Revisar y cambiar las trampas de pegamento
- Cambiar bandas de feromonas de las estaciones de monitoreo
- Cambiar los adhesivos de las trampas de luz UV

Estos cambios y renovaciones deben realizarse con la frecuencia que el especialista en control de plagas establezca.

A continuación se presenta la propuesta del plano de control de plagas del área de cárnicos. (Ver figura 72).

Figura 72. Plano de control de plagas



Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Word.

Tabla XXII. Cronograma de capacitación anual

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
Inducción a nuevos empleados	3 días	lun 02/03/15	mié 04/03/15	
Que son las BPM	2 días	jue 05/03/15	vie 06/03/15	1
Practicas higiénicas	3 días	lun 09/03/15	mié 11/03/15	2
Manejo de PCC	1 día	jue 12/03/15	jue 12/03/15	3
Programa de limpieza y desinfección	3 días	vie 13/03/15	mar 17/03/15	4
Programa de control de plagas	1 día	mié 18/03/15	mié 18/03/15	5
Residuos sólidos y líquidos -Agua potable-PGIRS	2 días	jue 19/03/15	vie 20/03/15	6
Enfermedades transmitidas por alimentos ETAS	3 días	lun 23/03/15	mié 25/03/15	7
Conservación de los alimentos	2 días	jue 26/03/15	vie 27/03/15	8
Generalidades de BPM	2 días	lun 30/03/15	mar 31/03/15	9
Implementación de BPM	8 días	mié 01/04/15	vie 10/04/15	10
Buen manejo al animal	2 días	lun 13/04/15	mar 14/04/15	11
Inspección Ante y Pos Mortem	1 día	mié 15/04/15	mié 15/04/15	12
Evaluación de conocimientos	1 día	jue 16/04/15	jue 16/04/15	13
Entrega de certificados	5 días	vie 17/04/15	jue 23/04/15	14

Fuente: elaboración propia.

5. IMPACTO AMBIENTAL

5.1. Producción Más Limpia (P+L)

El concepto de P+L fue introducido por la Oficina de Industria y Medio Ambiente del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), en 1989, en donde se definió la Producción Más Limpia como “una estrategia ambiental preventiva, integrada aplicada a los procesos, productos y servicios, para incrementar la eficiencia global y reducir los riesgos a los humanos y el medio ambiente”.

Es por estas razones que la P+L se convierte en una necesidad ya que es una herramienta útil para ayudar a mejorar el desempeño ambiental, ya que se reducen los impactos ambientales y se obtienen beneficios económicos; esto también permite una mejora en las relaciones entre la municipalidad y las instituciones de regulación y control ambiental, así como la mejora de la imagen empresarial ante el mercado consumidor.

La principal diferencia entre la P+L y el control de la contaminación es que el control de este es una estrategia “post evento” mientras que la Producción Más Limpia, que es una filosofía de anticipar y prevenir, normalmente es una opción preferible cuando existe, tanto económica como ambientalmente.

Es de reconocer que los dos aspectos son importantes, aunque no siempre se puede prevenir toda contaminación con P+L.

Existe una serie de procedimientos que se pueden utilizar para identificar y reducir el impacto ambiental del proceso productivo en general, estas prácticas pueden agruparse en diferentes vías:

- Buenas prácticas operativas (cambios de actitud a través de capacitación sobre el manejo de las operaciones);
- Cambiar o modificar procesos y tecnologías;
- Cambiar la naturaleza de las entradas del proceso (insumos, energía, agua reciclada, etc.);
- Desarrollo de productos alternativos, cambiando el producto final;
- Reuso en el sitio de desechos y subproductos (fomento del reciclaje interno y externo de la planta).

5.2. Opciones generales de P+L en el proceso productivo

Los principales problemas de contaminación asociados a la industria procesadora de la carne son: descarga de efluentes líquidos y residuos sólidos y emisión de malos olores. Para reducir la contaminación en los procesos de producción de rastros y mataderos y a su vez, el impacto ambiental, se recomiendan las medidas que a continuación se describen.

5.2.1. Aturdimiento y degüelle

Todo animal destinado al suministro de productos comestibles y de subproductos útiles debe ser sacrificado de forma humanitaria.

Debido a la elevada carga orgánica que posee la sangre (un estimado 0,14 a 0,18 kg DBO por kg de carne) y teniendo en cuenta que su recuperación supone una disminución en la contaminación de los vertidos entre un 34 a 45 %, se puede considerar como una práctica disponible la adopción de técnicas que permitan recoger la mayor cantidad de sangre, para evitar un gran aporte en la carga orgánica de las aguas residuales finales de los mataderos.

Todos los esfuerzos deben ser dirigidos a maximizar la recolección de la sangre y su consecuente proceso en abono, harina de sangre, alimentos, y otros valores agregados de subproductos.

En el área de cárnicos la sangre no es utilizada como subproducto dentro del proceso, es por ello que al momento del desangrado la vierten directamente a una reposadera, siendo esta desechada.

El desangrado de los animales puede ser realizado de varias formas, ya sea aplicando cortes en los vasos situados en el cuello del animal y colocando este de forma vertical u horizontal, o bien realizando una punción en esta zona mediante un cuchillo hueco al que se le ha adherido un sistema de succión.

- Desangrado vertical: el método clásico de recogida consiste en colocar al animal suspendido en vertical tras el degüello y debajo de él un recipiente o sistema que permita recoger la sangre mientras se le conduce por la zona de desplazado. Un mecanismo adecuado para recolectar la sangre a través de este método es el uso de una pileta poco profunda, inclinada, que se sitúa bajo el área de desangrado. La pileta debe tener cierta altura superior a la del nivel del piso para excluir la limpieza con agua. La sangre coagulada en la pileta necesitará ser raspada y descargada a intervalos regulares.

- Desangrado horizontal: otra forma de realizar el desangrado es colocar al animal de forma horizontal, y a su vez, de manera perpendicular a la línea de transporte, de modo que la línea donde se ha realizado el corte se sitúe fuera del alcance de los posibles vómitos del animal. Este sistema permite recoger la sangre de una forma más higiénica que el método anterior, especialmente en el caso de sacrificio de cerdos.

La sangre comestible se recoge con un cuchillo ahuecado o normal, utilizado en el puesto de degüello o en la cubeta para recoger la sangre de varios animales en recipientes cerrados de acero inoxidable (con una capacidad de hasta 30 litros), en espera de la autorización veterinaria de la canal después de la inspección.

5.2.2. Tratamiento de piel de cerdos

- El tanque de escaldado debe ser aislado y cubierto con una tapa para evitar las pérdidas de vapor y calor, lo que permitirá un ahorro de agua y energía. El período de recuperación de la inversión realizada depende de las pérdidas de calor, pero debe ser de entre 1 a 2 años.
- El consumo de agua para depilar cerdos puede ser minimizado por aplicación de agua a presión, utilizando boquillas de agua óptimas en sitios específicos. Existen oportunidades para rehusar el agua utilizada en esta área. El agua enfriada puede ser recogida en un tanque y usada para otros propósitos, tal como el aspersor en la tapa de depilado.
- Instalar filtros o mallas para tener cantidades sustanciales de pelo y evitar atascamiento en las tuberías de drenaje.

5.2.3. Eviscerado y corte ventral

Las vísceras se transportan en recipientes pequeños con ruedas. Estos sistemas son baratos y proveen una solución fácil. Además, se reducirá el peligro de contaminación del producto y facilitará su traslado entre las áreas de la planta.

5.2.4. Procesamiento de vísceras

Realizar una limpieza en seco de las tripas. Esto permitirá disminuir el consumo de agua y la carga generada en el efluente de este proceso. Eso puede ser mejor que enviar los intestinos vacíos como subproducto no comestible, especialmente si los recursos de agua son escasos y el tratamiento de agua residual es pobre.

5.3. Consumo de agua

El agua dentro de la industria alimenticia es muy importante. A continuación se presentan las formas más usuales de su consumo.

5.3.1. Limpieza

Realizar una limpieza en seco antes del lavado es la mejor forma de reducir el consumo. Los materiales sólidos deben ser recolectados y raspados y luego lavar toda la superficie. Los sólidos deben ser raspados y desprendidos de las superficies antes de ser recolectados. Todos los sólidos serán enviados a la planta de subproductos o pueden ser vendidos como alimentos para animales.

Deben lavarse las superficies de trabajo, paredes y pisos con detergentes anfóteros tensioactivos; estos tienen propiedades detergidas y bactericidas, son de baja toxicidad y poco corrosivos. La concentración varía de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Las siguientes medidas pueden ayudar a reducir el consumo de agua en esta etapa.

Las mangueras deben ser las adecuadas, con boquillas aspersoras; un rocío a presión es más efectivo para las superficies limpias y utiliza menos agua. Es aconsejable una presión de 25 a 30 bar.

Las boquillas de chorro liso deben ser usadas para proveer el máximo impacto y velocidad. El ángulo de rocío de 60° provee la cobertura del ancho y un mojado efectivo para impulsar los sólidos hacia los sistemas de drenaje.

El primer enjuague debe ser con agua fresca, ya que el agua caliente puede hacer que se desprendan hacia los pisos las proteínas de los residuos impregnados en las paredes (grasa o sangre). La temperatura del agua de limpieza en la siguiente etapa depende del tipo de contaminación. El agua fría es a menudo suficiente. Si las cantidades utilizadas son grandes, los detergentes y desinfectantes pueden ser una fuente significativa de contaminación; por eso es importante el monitoreo de su consumo. Las siguientes medidas ayudarán a reducir el consumo de detergentes:

- Determinar la cantidad requerida o la concentración efectiva para la limpieza.
- Usar un dosificador de detergentes que reduzca su uso, así como el consumo de agua.

- Usar nuevos detergentes, algunos de los cuales son más eficientes y menos perjudiciales con el medio ambiente que otros. Los detergentes alternativos deben ser evaluados de acuerdo con su desempeño en la limpieza, así como por sus costos y propiedades ambientales.
- Sustituir periódicamente las boquillas para rociado de las mangueras utilizadas en las operaciones de limpieza, ya que son sujetos de deterioro en el orificio y distorsión en el rocío y pueden incrementar la velocidad de flujo de agua, reduciendo su efectividad. En general, el 10 % de las boquillas utilizadas puede significar un 20 % de incremento en el consumo de agua.

Las posibilidades de mejora durante la matanza y postmatanza se basan en los siguientes aspectos:

- Diseñar un plan de mantenimiento preventivo de todas las unidades de servicio, distribución de agua, etc.
- Eliminar las fugas mediante el reemplazo de válvulas y tuberías en mal estado en los sistemas de distribución de agua.
- Capacitar y supervisar de forma permanente a los trabajadores, en las prácticas nuevas de limpieza.
- Modificar los procedimientos de lavado de áreas (posterior a la limpieza en seco), panzas (previa limpieza en seco), cebos y tripas.
- Disminuir los períodos de lavado sin afectar la calidad del mismo.

- Usar preferentemente pistolas a presión, en puntos claves del proceso (enjuague de canal y eviscerado).
- Supervisar las operaciones de lavado que se realizan durante todo el día para controlar el consumo de agua y reducir el volumen de aguas residuales generadas.
- Utilizar escurridores de piso para realizar operaciones de lavado y limpieza más efectivos y disminuir el consumo de agua.
- Instalar lavamanos de pedestal.

5.3.2. Suministro de agua

- Monitorear de forma regular el consumo de agua, si no se está conectado al sistema municipal de agua potable, mediante la instalación de flujómetros por departamento e incluso en los procesos individuales en sistemas de equipos. El consumo de agua puede ser reducido entre 10 a 50 %, simplemente incrementando la conciencia de los trabajadores y la educación sobre cómo reducir el consumo innecesario de agua.
- Instalar bombas de alta eficiencia para reducir la energía consumida por bombeo de agua. Las bombas nuevas y eficientes pueden reducir el consumo de energía en más del 50 %, comparado con las bombas estándares. Por eso es muy importante seleccionar una bomba con capacidad óptima de bombeo.
- Instalar dispositivos de control (medidores) de nivel en tanques de almacenamiento.

5.4. Consumo de energía

En muchos casos el recurso energético será utilizado para la iluminación de las áreas de trabajo, dependiendo de los horarios de trabajo de la instalación; este será el caso de los rastros pequeños con matanzas menores a 40 animales.

En casos en que el proceso es tecnificado, el recurso energético será utilizado para las unidades u operaciones auxiliares derivadas de la necesidad de conservación del producto. Es en estos casos que toma relevancia el aspecto de reducción de consumo de energía, por el costo que representa para el usuario del servicio.

Otro aspecto relevante es la generación y distribución de vapor, el cual es utilizado para diversas actividades como el calentamiento de agua de los calderos para depilado de cerdos y la desinfección de las áreas de trabajo con vapor principalmente. Es de vital importancia que a los equipos de generación se les proporcione el mantenimiento apropiado; esto mismo puede realizarse con el sistema de distribución para evitar las pérdidas de vapor, que por consiguiente generan pérdida de dinero.

5.4.1. Refrigeración y enfriamiento

- Elaborar y ejecutar un plan de mantenimiento de cuartos fríos.
- Programar secuencia de descarchado de equipos de refrigeración (evaporadores).

- Minimizar la entrada de calor a áreas refrigeradas. Esto puede ser acompañado por el aislamiento de cuartos fríos y tuberías que contienen refrigerantes; deben cerrarse las puertas y ventanas de áreas frías e instalar puertas de autocierre o cortinas plásticas.
- Instalar termostatos para el control de la temperatura de almacenamiento de productos.
- Reemplazar refrigerantes a base de clorofluorocarbono, CFC, por otros menos peligrosos para la capa de ozono como los hidroclorofluorocarbonos (HCFC's) o preferiblemente por amoníaco. Sustituir CFC's puede ser caro, tanto que puede requerir la instalación de un nuevo equipo de enfriamiento.

5.4.2. Iluminación

- Instalar iluminación de bajo consumo y alta eficiencia.
- Supervisar el uso de iluminación durante las operaciones de matanza, lavado y deshuese, asegurándose de apagar las luminarias cuando no se requiere iluminación.
- Instalación de láminas traslucidas en el techo. Esto será muy útil en el caso que la o las jornadas de trabajo sean durante el día.
- Mejorar el mantenimiento para maximizar la eficiencia de energía en los equipos.

- Instalar luminarias agrupadas en circuitos, permitiendo el uso independiente de acuerdo con las necesidades.

5.5. Aprovechamiento de subproductos

Del proceso de matanza existen varias oportunidades para el aprovechamiento de subproductos que, al ser utilizados, permiten reducir la cantidad de desechos y generar nuevos ingresos económicos: sangre, huesos, entre otros.

5.5.1. Recuperación de subproductos

Generalmente los desechos de los mataderos y de las otras plantas de procesamiento de carne se utilizan en la producción de alimento para animales. Solo se excluyen como materias primas los huesos y los intestinos.

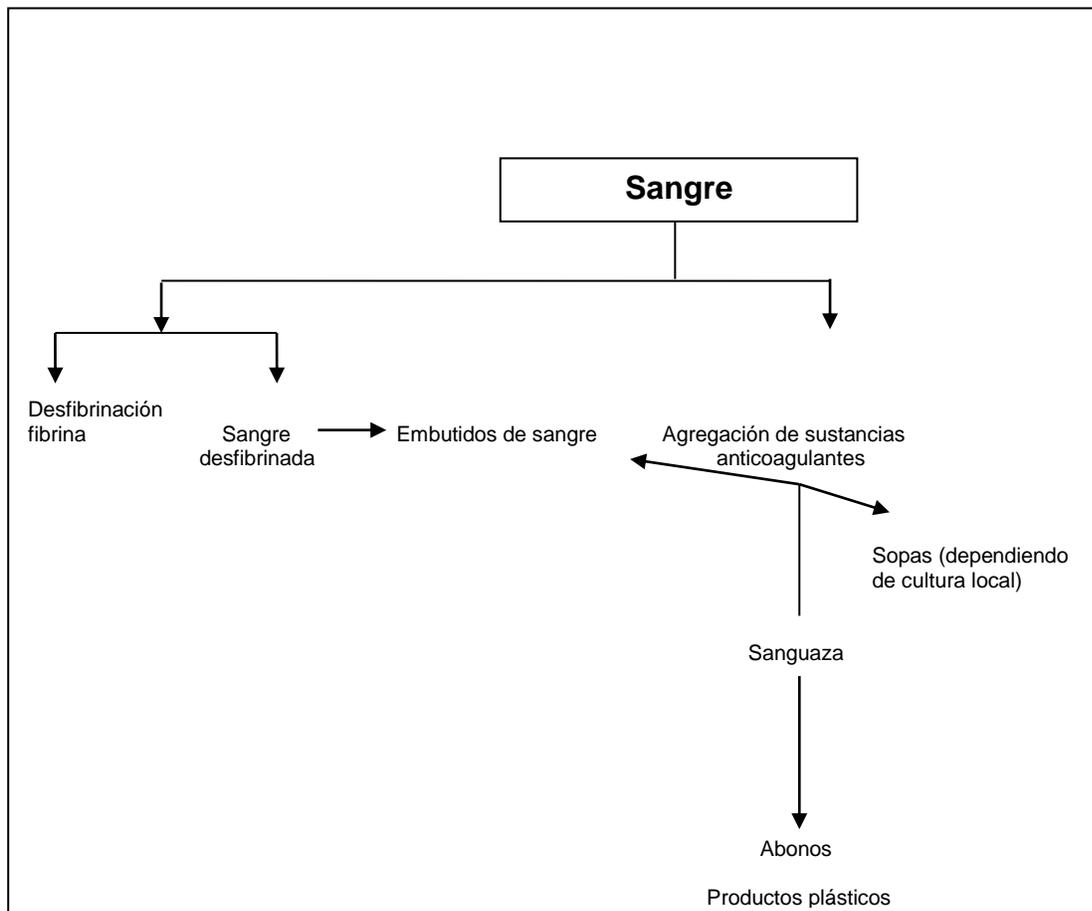
5.5.2. Tratamiento y utilización de la sangre

La sangre es un valioso subproducto, debido a su valor nutricional, ya que contiene aproximadamente un 10 % de la proteína animal. Se estima que un total de 2 a 4 litros son colectados por cada cerdo.

Una vez obtenida la aprobación veterinaria de la canal, se supone que la sangre de los recipientes es apta para el consumo humano y puede despacharse al procesador local. En los climas templados la sangre se puede procesar hasta seis horas después de la recogida. De lo contrario, si el período de transporte es más largo, o en climas tropicales, se debe enfriar a 4°C antes de llenar los recipientes.

En la siguiente figura se presentan las distintas aplicaciones de la sangre recogida como subproducto:

Figura 73. **Aprovechamiento de la sangre, opciones para rastros**



Fuente: elaboración propia.

5.5.3. Manejo del estiércol

La tecnología para el compostaje del estiércol más empleada son las pilas estáticas (WINDROWS). Estas unidades son relativamente simples, y es el sistema más económico y el más utilizado.

Los materiales se amontonan sobre el suelo o pavimento, sin comprimirlos en exceso; por eso es muy importante la forma y medida de la pila.

Las medidas óptimas oscilan entre 1, 2 a 2 metros de alto, por 2 a 4 metros de ancho, siendo la longitud variable. La sección tiende a ser trapezoidal, aunque en zonas muy lluviosas es semicircular para favorecer el drenaje de agua.

Las pilas son ventiladas por convección natural. El aire caliente que sube desde el centro de la pila crea un vacío parcial que aspira el aire de los lados. La forma y tamaño óptimo de la pila depende del tamaño de partícula, contenido de humedad, porosidad y nivel de descomposición; todo lo cual afecta el movimiento del aire hacia el centro de la pila.

El tamaño y forma de las pilas se diseñan para permitir la circulación del aire a lo largo de la pila, manteniendo las temperaturas en la gama apropiada. Si las pilas son demasiado grandes, el oxígeno no puede penetrar en el centro, mientras que si son demasiado pequeñas no calentarán adecuadamente. El tamaño óptimo varía con el tipo de material y la temperatura ambiente.

Una vez constituida la pila, la única gestión necesaria es el volteo o mezclado con una máquina adecuada. Su frecuencia depende del tipo de material, y de la humedad y rapidez con que se desea realizar el proceso, siendo habitual realizar un volteo cada 6 a 10 días. Los volteos sirven para homogeneizar la mezcla y su temperatura, a fin de eliminar el excesivo calor, controlar la humedad y aumentar la porosidad de la pila para mejorar la ventilación. Después de cada volteo, la temperatura desciende del orden de 5 a 10 °C, subiendo de nuevo en caso de que el proceso no haya terminado.

Normalmente se realizan controles automáticos de temperatura, humedad y oxígeno para determinar el momento óptimo para efectuar el volteo.

El compostaje en pilas simples es un proceso muy versátil y con escasas complicaciones. Se ha usado con éxito para compostar estiércol, restos de poda, fangos y residuos sólidos urbanos, RSU.

El proceso logra buenos resultados de una amplia variedad de residuos orgánicos y funciona satisfactoriamente mientras se mantienen las condiciones aerobias y el contenido de humedad. Las operaciones de compostaje pueden continuar durante el invierno, pero se reduce su velocidad como resultado del frío.

Actualmente no se realiza este proceso dentro del área de cárnicos. Algunos métodos relativamente baratos que se pueden aplicar con ciertas condiciones son:

- Pastoreo: distribución natural de las heces en las pasturas. Pérdidas sustanciales a través del lavado debido a la distribución irregular de las heces y la orina. Volatilización de parte del nitrógeno.
- Corrales (*Kraals*): a menudo se usan como mecanismos de fertilización *in situ* de la tierra arable, al moverlos regularmente. Los nutrientes del suelo de una gran área usada para el apacentamiento son reciclados y se concentran en el área de cultivo, permitiendo la producción en situaciones de pobreza de recursos.

5.5.4. Cueros y pieles

Los animales muertos tienen cueros o pieles con un determinado valor comercial para otras industrias y son productos secundarios de la industria de mataderos y rastros. En ambos establecimientos se debe estar familiarizado con los principios de almacenamiento y tratamiento preliminar.

Debido a que están constituidos por materia orgánica, pueden sufrir una descomposición bacteriana una vez que se han retirado del animal. Los factores que afectan la descomposición de la materia orgánica son la presencia de agua, bacterias y cierto grado de calor; estas tres condiciones están presentes en los cueros que se retiran de un animal recientemente sacrificado.

Los métodos convencionales que se pueden realizar en los rastros y mataderos para la conservación de los mismos consisten en reducir la cantidad de agua en el cuero lo más rápidamente posible.

En el área de cárnicos no utilizan ningún método para evitar la descomposición del cuero o piel del cerdo. Es por ello que a continuación se detallan algunos métodos muy comunes dentro de los rastros o mataderos: salación húmeda, secado por suspensión y el secado primitivo bajo tierra. Los dos primeros métodos se basan en la aplicación de sal al cuero para extraerle el agua y en el tercero se seca el cuero y luego se saca el agua por evaporación.

El método más empleado en mataderos industriales es la salación húmeda en bloques, la sal no penetra plenamente en el cuero durante unas 24 horas, período en que las bacterias que ya están dentro de la piel pueden ser activas.

Si se reutiliza la sal la eficacia disminuye debido a que, cuando esta se vuelve a utilizar no penetra en el cuero con la misma eficacia que la sal limpia y las bacterias halofílicas (atraídas por la sal) sobreviven y se multiplican en el cuero y reducen su valor.

5.6. Emisión de olores

Actualmente en el área de cárnicos no se maneja un control de desechos sólidos; es por ello que se recomienda reducir las emisiones de sustancias olorosas tomando las siguientes medidas:

- Mejorar la higiene operacional
- Remover con frecuencia el material generador de malos olores como estiércol, grasas acumuladas, lodos de sistemas de tratamientos y otros.
- Acortar un tiempo de matanza.
- Guardar un mínimo de existencias de materia prima y almacenarlo en un lugar frío, cerrado y bien ventilado.
- Para el manejo de olores existen recetas y productos 100 % biodegradables (naturales) a base de bacterias lácticas que aceleran el proceso de descomposición mediante fermentación, o aumento de microorganismos por unidad para acelerar el proceso. Estas bacterias reciben el nombre de microorganismos eficientes (pueden ser bacterias o enzimas) y pueden usarse directamente sobre los emisores de olores o en tuberías, tanques y otros, con muy buenos resultados.

5.7. Tratamiento de residuos líquidos

Una planta de tratamiento para efluentes de rastros, requiere ser diseñada para remover los niveles de contaminantes de parámetros tales como: DBO₅, DQO, grasas y aceites, sólidos suspendidos y microorganismos patógenos, entre otros. Asimismo, la planta de tratamiento debe contar con una red para la recolección de aguas residuales y dentro de la misma, los drenajes de:

- La sangre
- Los corrales y estiércol de las tripas
- Las áreas de matanza, los subproductos y su tratamiento
- Residuos domésticos
- Aguas caldeadas y de las zonas de venta, aparcamiento y servicios

Antes de iniciar el diseño de un sistema de tratamiento se debe de realizar un estudio en el que se caracterizan, tanto el agua residual proveniente de la planta para determinar el grado de contaminación o carga orgánica que contienen, como el suelo donde se podría ubicar el mismo. De esta información dependerá el tipo de tratamiento y tamaño de las unidades de tratamiento.

A continuación, se describen brevemente los procesos de tratamientos que pueden utilizarse para rastros municipales:

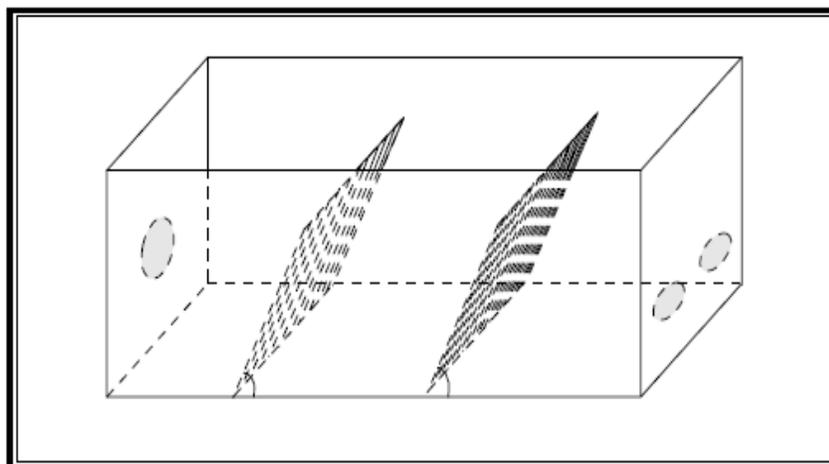
5.7.1. Pretratamiento

Es la primera operación a la que se someten los residuos líquidos. Consiste en retener los sólidos y grasas que arrastra el agua y que podrían, por su tamaño y características, entorpecer el normal funcionamiento de las plantas de tratamiento.

Es importante el uso de los siguientes dispositivos:

- **Rejas:** poseen aberturas de tamaño uniforme, donde quedan retenidas las partículas gruesas del efluente. Se recomienda que el paso libre entre barras sea de 50 a 100 mm para sólidos gruesos y de 12 a 20 mm para sólidos finos. Los principales parámetros de diseño son: tipo de residuo a tratar, flujo de descarga, paso libre entre barras, volumen de sólidos retenidos y pérdida de carga. En cuanto a la elección del sistema de limpieza de las rejas, esta debe efectuarse en función de la importancia de la planta de tratamiento, de la naturaleza del vertido a tratar y, por supuesto, de las disponibilidades económicas.
- **Trampa de grasas:** consisten en un estanque rectangular, en el cual la sustancia grasa es empujada a la superficie y atrapada por un baffle.

Figura 74. **Esquema del sistema de pretratamiento (sistema de rejillas inclinadas)**



Fuente: FLORES DÍAZ, Guillermo. *Guía básica de manejo ambiental de rastros*. p.35.

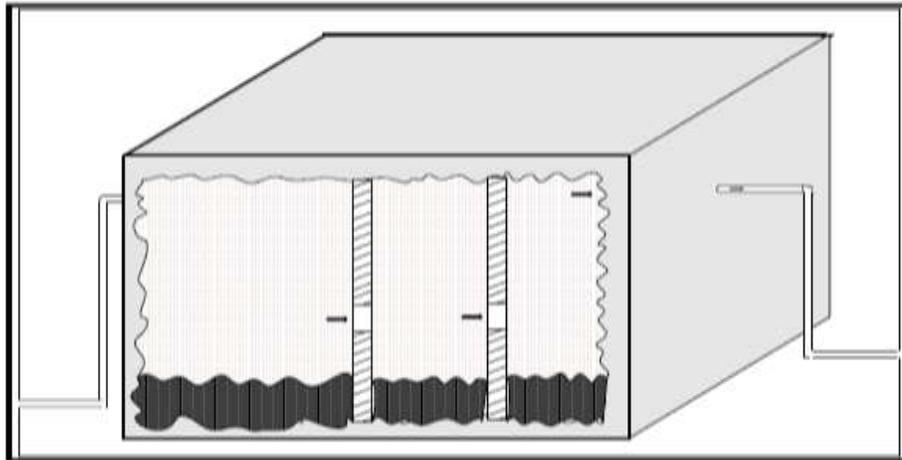
5.7.2. Tratamiento primario

Consiste en la remoción de una cantidad importante de sólidos suspendidos y redimentables, contenidos en las aguas residuales mediante procesos físicos y/o químicos.

- Estanque homogeneizador: requiere de un estanque aireador, que tenga una capacidad aproximada de un 60 % del flujo diario, donde caudales punta, pH y temperaturas son homogeneizados, resultando un efluente de características uniformes. El volumen del estanque de homogeneización se calcula haciendo uso del diagrama de masa.
- Flotación: se utiliza para remover sólidos suspendidos y grasas remanentes; tiene mayor eficiencia que las rejillas y las trampas. La eficiencia puede incrementarse agregando floculantes químicos (aluminio, sales de hierro, etc.). El lodo de la flotación tiene un alto contenido de proteínas y grasas y puede ser usado para alimento de animales, después de pasteurizarlo o ser procesado en una planta recuperadora.
- Tanque séptico: unidad rectangular que ayuda a eliminar los sólidos suspendidos y las grasas que se encuentran en un efluente. En estas unidades el agua residual es llevada a condiciones de reposo, lo que permite que haya una buena sedimentación de sólidos y una buena digestión por microorganismos anaerobios especializados. Se requiere que estos microorganismos permanezcan durante algún tiempo en el interior de la fosa. Luego de un tiempo razonable, la fosa se deberá limpiar, sin eliminar completamente el lodo del fondo de la misma para permitir la generación posterior de la masa bacterial. Los principales

parámetros de diseño son: caudal de diseño, volumen destinado para el almacenamiento de todos y profundidad.

Figura 75. **Esquema del tratamiento primario (tanque séptico de forma rectangular)**



Fuente: FLORES DÍAZ, Guillermo. *Guía básica de manejo ambiental de rastros*. p. 36.

5.7.3. Tratamiento secundario

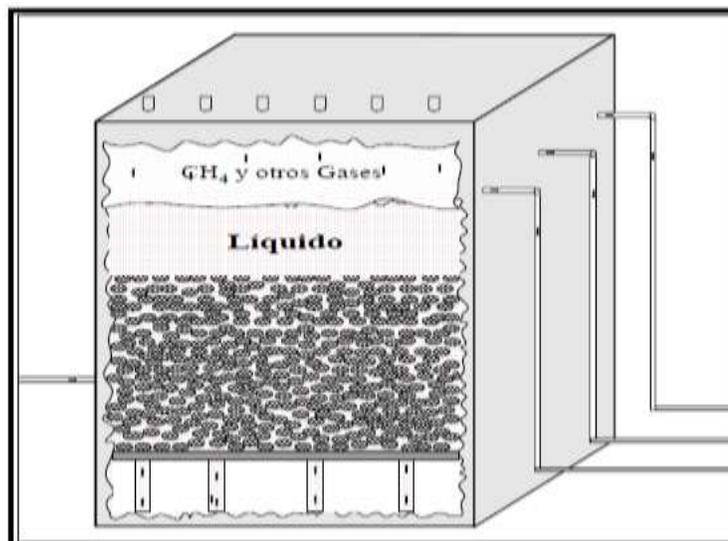
Consiste en la oxidación biológica de los sólidos suspendidos remanentes y de los sólidos orgánicos disueltos, medida como una reducción en la DBO_5 del efluente.

La selección de un sistema de tratamiento secundario, dependerá de un gran número de factores, entre los que están: requerimientos del efluente (estándares de descarga), sistema de pretratamiento escogido, disponibilidad de terreno, regulaciones ambientales y locales, y factibilidad económica de una planta de proceso.

Pueden darse dos tipos de tratamiento:

- Tratamiento anaerobio: este tipo de tratamiento requiere poco espacio, tiene un bajo costo de operación, baja producción de lodos y produce energía neta en forma de biogás (que puede ser reutilizado en el proceso productivo o comercializado). Entre las unidades de tratamiento anaerobio están: lagunas o pilas (facultativas y de maduración) y reactores (UASB, filtros anaerobios, CSTR, etc.).
- Tratamiento aeróbico: todos los métodos de tratamiento aeróbico pueden ser aplicados a los efluentes de rastros: lagunas aireadas, lodos activados, filtros de goteo, etc.

Figura 76. **Esquema del tratamiento secundario (filtro anaerobio de flujo ascendente)**



Fuente: FLORES DÍAZ Guillermo. *Guía básica de manejo ambiental de rastros*. p. 37.

En la siguiente tabla se presentan los porcentajes de remoción esperados a través de las experiencias en diferentes sistemas de tratamiento para las industrias procesadoras de la carne.

Tabla XXIII. **Eficiencia de remoción de los sistemas de tratamiento de efluentes provenientes de la industria procesadora de la carne**

Sistema de tratamiento	Denominación común	%	DQO %	THN %	SST %	Aceites y grasas
Mecánico	Filtración	5 – 15	5 – 15	-----	25 – 40	5 – 10
Mecánico físico +	Flotación de aceites	30 – 45	30 – 45	5 – 15	80 – 85	>90
Mecánico físico-químico +	Floculación / flotación	70 – 80	70 – 80	50 – 60	90 – 95	>95
Mecánico físico + biológico	Biológico	95 – 99	>90	85 – 97	>95	>95
Mecánico físico-químico + biológico	Biológico	95 – 99	>90	85 – 97	>95	>95

Fuente: MARTÍNEZ PÉREZ Carlos. *Guía básica de manejo ambiental de rastros*. p. 37.

5.7.4. Reuso de aguas residuales

El reuso de aguas residuales, tratadas a nivel primario o secundario para la agricultura, puede ser una forma de prevenir la contaminación de aguas superficiales con nutrientes, y presenta la oportunidad de minimizar el uso de fertilizantes por los agricultores. Sin embargo, aguas residuales pueden contener agentes infecciosos o contaminantes peligrosos a la salud, y su reuso debe ser manejado con precaución, relacionando el nivel de tratamiento y el tipo de reuso según normas establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

5.8. Control de la contaminación atmosférica y ruido

Las emisiones al aire no constituyen una preocupación importante en los rastros. Las principales fuentes generadoras de emisiones atmosféricas tienen relación con la generación de olores molestos, provenientes de la descomposición de los residuos sólidos de los animales altamente putrefactibles y de los corrales.

Con el propósito de evitar la generación de estos olores, es necesario realizar un adecuado manejo de residuos como rumen, pezuñas, huesos y estiércol, implementando una adecuada frecuencia de recolección de ellos y almacenándolos en sitios ventilados. En el proceso productivo deben tomarse medidas para reducir las emisiones de sustancias y vapores malolientes.

Es conveniente dar especial atención a la contaminación atmosférica provocada por la quema a cielo abierto de desechos o crematorios, en el caso que se tengan. Esta actividad puede ser una fuente de contaminación importante, principalmente si el rastro no está localizado a una distancia mínima recomendada de 1 km de un área urbana. Al realizar quemas se deben prever las acciones y medidas de protección de los trabajadores y la minimización de la contaminación.

Las principales fuentes generadoras de ruidos en los rastros son los animales, la maquinaria (sierras y sistemas de ventilación) y los vehículos de transporte. El nivel promedio del ruido es de 87 dB (A) en mataderos y rastros pequeños. Estos niveles son los causantes de los problemas de sordera en los operarios.

Para evitar estos problemas se deben de tomar en cuenta las medidas de protección ocupacional y de planificación de rastros y mataderos. Las medidas para reducir los niveles de ruido se mencionan a continuación:

- Sustitución de algunos de los equipos (sierras y sistemas de ventilación) existentes por otras menos ruidosas.
- Redistribución de las máquinas en el local, situando las más ruidosas en los lugares donde su influencia sea menor.
- Limitación de los tiempos de permanencia de los trabajadores en las zonas particularmente ruidosas.
- Utilización de equipos protectores personales por parte de los trabajadores expuestos a niveles sonoros particularmente elevados.
- Para el control de olores de los sistemas de *rendering* (planta de subproductos) se recomienda los sistemas de condensación por aire (condensadores de aire), y no ningún sistema que utilice agua como medio de enfriamiento. No se recomienda el uso de condensadores barométricos, por el alto consumo de agua y porque posterior a esto se obtiene un efluente que debe de ser tratado.

5.9. Manejo de desechos sólidos

En el rubro faenador de la carne, prácticamente todos los residuos sólidos generados son recuperables. Sin embargo, los lodos, provenientes de las plantas de tratamiento de sus residuos líquidos y el estiércol generado en los corrales, requieren de un tratamiento y/o una disposición final adecuada.

El exceso de lodos resultantes del tratamiento a los efluentes puede ser tratado (mezclado y dispuesto) junto con el estiércol de los corrales.

Respecto del estiércol, la aplicación directa como mejorador de suelos, es el método preferido de utilización, por ejemplo:

- Pastoreo: distribución natural de las heces en las pasturas. Pérdidas sustanciales a través del lavado debido a la distribución irregular de las heces y la orina. Volatilización de parte del nitrógeno.
- Corrales (*Kraals*): a menudo se usan como mecanismo de fertilización *in situ* de la tierra arable, al mover el corral regularmente. Los nutrientes del suelo de una gran área usada para el apacentamiento son reciclados y se concentran en el área de cultivo, permitiendo la producción en situaciones de pobreza de recursos.

Cuando esto no es posible, entre otros motivos, por la generación de estiércol en exceso, lejanía de los terrenos a tratar, etc., lo más recomendable es realizar un proceso de tratamiento. Los tratamientos del estiércol pueden ser físicos, químicos y biológicos:

- Físicos: este método comprende la sedimentación del estiércol, centrifugación, filtrado, secado posterior y finalmente la incineración.
- Químico: los productos químicos tales como el cloruro férrico, cal y polímeros orgánicos aumentan la eficiencia de sedimentación y la filtración. Adicionalmente, el ajuste de pH mediante cal, elimina los microorganismos y disminuye los olores. Sin embargo, la aplicación de cal

elimina bruscamente el amoníaco del estiércol, debiéndose realizar en lugares bien ventilados.

- Biológicos: estos tratamientos incluyen compostaje, lagunas anaeróbicas y aeróbicas y biofiltros. Lo más recomendable en este tipo de tratamientos es utilizar las lagunas anaeróbicas y los digestores.

La tecnología para el compostaje del estiércol más empleada son las pilas estáticas (*Windrows*). Estas unidades son relativamente simples, y es el sistema más económico y más utilizado. El compostaje en pilas simples es un proceso muy versátil y con escasas complicaciones. Los materiales se amontonan sobre el suelo o pavimento, sin comprimirlos en exceso, siendo muy importante la forma y medida de la pila. Algunas pautas para la aplicación de esta tecnología son:

- Las medidas óptimas oscilan entre 1,2 – 2 metros de alto, por 2 a 4 metros de ancho, siendo la longitud variable. La sección tiende a ser trapezoidal, aunque en zonas muy lluviosas es semicircular para favorecer el drenaje del agua.
- Las pilas son ventiladas por convección natural. El aire caliente que sube desde el centro de la pila crea un vacío parcial que aspira el aire de los lados.
- Una vez constituida la pila, la única gestión necesaria es el volteo o mezclado con una máquina adecuada. Su frecuencia depende del tipo de material, de la humedad y de la rapidez con que se desea realizar el proceso, siendo habitual realizar un volteo cada 6 a 10 días. Los volteos sirven para homogeneizar la mezcla y su temperatura, a fin de eliminar el

excesivo calor, controlar la humedad y aumentar la porosidad de la pila para mejorar la ventilación. Después de cada volteo, la temperatura desciende del orden de 5 a 10 °C, subiendo de nuevo en caso que el proceso no haya terminado.

- Normalmente se realizan controles automáticos de temperatura, humedad y oxígeno, para determinar el momento óptimo y así efectuar el volteo.
- Las operaciones de compostaje pueden continuar durante el invierno, pero se reduce su velocidad como resultado del frío.

5.10. Experiencias exitosas en manejo medioambiental

Desarrollando la metodología de producción más limpia (P+L) se ha logrado demostrar que la ejecución de opciones, en la mayoría de los casos, no requiere de inversiones; es aproximado a la realidad decir que un 70 % de opciones identificadas no requieren inversión y que por el contrario dejan grandes beneficios económicos y ambientales a la vez.

El beneficio ambiental se refleja en la reducción del consumo de agua durante el lavado de áreas, enjuague de productos o subproductos, reducción de la carga contaminante mediante la recolección de los desechos sólidos aprovechables, reducción del consumo de energía tanto eléctrica como térmica y mediante el diseño de un plan de mantenimiento preventivo. Las opciones que se presentan a continuación, fueron implementadas en diferentes mataderos de Latinoamérica, a las cuales se les dio seguimiento posterior a su implementación.

Tabla XXIV. Opciones para reducir el consumo de agua

Opción	Beneficio ambiental	Beneficio económico
Identificación y reparación de fugas en todo el predio. Ahorro en agua: 3,475 m ³ /año. Ahorro en AR: 3,125 m ³ /año.	Reduce el consumo de agua (90% del total de fugas). Reduce las descargas de las aguas residuales (90% del ahorro en agua). Mejora e pretratamiento de las aguas residuales.	Ahorro total: Q5280.00/año
Reducir el uso de agua en el lavado de corrales.	Reduce el consumo de agua (50 % del consumo de agua que es de: 110 m ³ por día Reduce la descarga de aguas residuales (90 % del ahorro en agua). Mejora el pretratamiento de las aguas residuales. Reduce la descarga de DBO (50 % de la DBO que se genera en los corrales que es de 37,620 kg DBO/año). Reduce la descarga de sólidos suspendidos totales (50 % de los SST generados en los corrales que es de 101,570 kg SST/año).	Ahorro total: Q63,920.00/año
Eliminar el uso de agua potable para diluir las aguas residuales de la fosa verde.	Reduce el consumo de agua (100 % del agua que se utiliza). Reduce la descarga de aguas residuales (100 % del agua de consumo). Mejora el pretratamiento de las aguas residuales.	Ahorro total: Q6,880.00/año
Reducir el 75 % de consumo de agua para el lavado de vehículos.	Reduce el consumo de agua (75 % del consumo). Reduce las descargas de aguas residuales (90 % del agua de consumo). Mejora el pretratamiento de las aguas residuales.	Ahorro total: Q10,080.00/año
Asegurarse que todas las llaves y mangueras estén cerradas durante las pausas y al terminar el turno de trabajo.	Reduce el consumo de agua (90 % de las pérdidas totales). Reduce la descarga de aguas residuales (90 % del agua de consumo). Mejora el pretratamiento de aguas residuales.	Ahorro total: Q14,000.00/año

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **Opciones que facilitan la reducción de la carga contaminante**

Opción	Beneficio ambiental	Beneficio económico
<p>Eliminar la descarga de la sangre recolectada en la noria de sangre en el área de degüelle y extracción de cuero.</p> <p>Reducción total de la descarga de DBO 261,100 kg/año.</p>	<p>Reduce la DBO (a 49 % de la carga total generada por la empresa).</p> <p>Reduce a descarga de sólidos suspendidos totales.</p>	<p>Tomando en cuenta:</p> <p>Tarifa de DBO: Q0.3632 kg DBO.</p> <p>Ahorro total: 94,800/año</p>
<p>Producir harina de la sangre</p> <p>Reducción en DBO: 179,060 kg/año.</p>	<p>Reduce la contaminación por DBO del efluente del matadero (a 49 % de la carga total generada por la empresa).</p> <p>Mejora y facilita el tratamiento de las aguas residuales.</p>	<p>Tomando en cuenta:</p> <p>Valor de la sangre a granel; 2.2 Q/kg.</p> <p>Ingresos: Q393,936.00/año</p>
<p>Recolectar en seco el contenido de las vísceras.</p> <p>Ahorro en DBO: 66,200 kg DBO/año.</p> <p>Ahorro en SST: 19,860 kg SST/año.</p>	<p>Reduce la descarga de DBO (90 % del total recolectado en seco).</p> <p>Mejora el pretratamiento de las aguas residuales.</p> <p>Reduce la descarga de sólidos suspendidos totales (90 % del total recolectado).</p>	<p>Tomando en cuenta:</p> <p>Producción: 33,106,000 kg en pie/año.</p> <p>Producción de DBO: 0.20 kg DBO/100 kg en pie.</p> <p>Reducción de SST: 0.06 kg SST/100kg en pie.</p> <p>Tarifa de DBO: 0.3632 Q/kg DBO.</p> <p>Tarifa de SST: 24,000 Q/año.</p> <p>Ahorro en DBO: 16,000 Q/año</p> <p>Ahorro en SST: 7,200 Q/año.</p> <p>Ahorro total: Q23,200.00</p>

Fuente: MARTÍNEZ PÉREZ Carlos. *Guía básica de manejo ambiental de rastros*. p 42.

5.11. Normativas sanitarias y ambientales

Centroamérica cuenta con la suficiente reglamentación para el manejo sanitario de productos cárnicos. Los documentos están organizados en diferentes formas y órdenes de contenido, pero en general están basados en las normas internacionales propuestas por el Fondo de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, (FAO). Las normas de inspección de productos cárnicos han sido adaptadas a las realidades nacionales y son de estricto cumplimiento en los establecimientos autorizados, rastros municipales o mataderos, por los ministerios de agricultura correspondientes.

Por otro lado, en los últimos años, la legislación sobre vertido de aguas residuales ha provocado que empresas de diferentes sectores y tamaños realicen grandes inversiones para cumplir con las normas técnicas establecidas en Nicaragua, El Salvador y Costa Rica. Guatemala y Honduras aún no tienen aprobadas sus leyes y decretos, pero ya cuentan con propuestas que son tomadas como referencia en tanto no sean aprobadas en los congresos respectivos. Los aspectos sanitarios importantes que se relacionan directamente con la actividad de destace de cerdos y que se deben tener en cuenta son las siguientes:

- La diversificación temprana de una serie de enfermedades que pueden padecer los cerdos y originar un problema de salud pública.
- Destace aéreo para evitar la contaminación de la carne.
- Evitar que las instalaciones de los rastros y mataderos sean expuestas a vectores (ratas, cucarachas, moscas, etc.).

- Sistema apropiado de manejo de residuos sólidos y líquidos.

5.11.1. Normativas sanitarias

Las normativas sanitarias para rastros y mataderos deben estar reglamentadas por el ministerio correspondiente. Este reglamento establece todas las disposiciones relativas a las características que deben cumplir las instalaciones, los cuidados que se debe tener en el manejo del producto, las herramientas adecuadas para el faenamiento, los criterios para realizar las inspecciones *antemortem* y *postmortem* necesarios para garantizar la inocuidad del producto con el fin de evitar problemas de salud pública por el consumo de carne no apta para el consumo humano. La reglamentación toma en cuenta entre otros, los siguientes aspectos sanitarios:

Tabla XXVI. **Aspectos que se consideran en la legislación sanitaria para inspección de carnes**

Capítulo	Aspectos considerados
Establecimientos, condiciones sanitarias; requisitos generales.	Requisitos para los establecimientos. Equipos y utensilios, condiciones sanitarias. Cuartos, compartimientos y demás, condiciones sanitarias. Operaciones y procedimientos sanitarios. Cumplimiento de reglamentos.
Inspección antemortem y postmortem	Animales sospechosos. Sacrificio de emergencia. Ganado porcino muerto, moribundo, lisiado, enfermo o afectado. Ganado porcino con residuos biológicos y ganado usado para la investigación. Marcas oficiales. Identificación de la canal y partes separadas de la misma. Retención, rotulación e identificación de canales y piezas. Aprobación y marcaje de canales y piezas. Ántrax. Procedimiento de limpieza de canales.

Continuación de la tabla XXVI.

<i>Postmortem</i>	Inspección de piel, sangre, extremidades, cabeza, vísceras y canal.
Inspección final	Adherencia peritoneal o pleural Hematomas y traumatosis Fracturas Inflamaciones, abscesos y tumores Residuos fecales, piel, pelos Malos olores Ganglio prefemoral Inguinal superficial Preescapular Poplíteo Axilar Supraextremales Sacros. Cadena lumbar Supra mamarios

Fuente: MARTÍNEZ PÉREZ Carlos. *Guía básica de manejo ambiental de rastros*. p. 45.

5.11.2. Normativas ambientales

Dadas las características de las actividades de los mataderos, en relación con la generación de desechos, especialmente dos elementos que se derivan de la actividad de destace, la generación de desechos sólidos (que se pueden considerar de tipo especial) y la de residuos líquidos, la administración debe considerar la protección del medio ambiente. Para ello existe en la región centroamericana todo un marco legal que establece las normas y reglamentos de cumplimiento necesarios para la protección de los recursos naturales. Este marco legal lo integran en general:

- Planes y estrategias de protección ambiental
- Ley general del medioambiente y su reglamento
- Ley de municipios.

- Reglamento de descargas de las aguas residuales, ya sea en sistemas de tratamiento o cuerpos receptores
- Convenios y acuerdos ambientales interinstitucionales
- Leyes y decretos orgánicos creadores de instituciones relacionadas con el sector
- Disposiciones para el control de la contaminación proveniente de aguas residuales, domésticas, industriales y agropecuarias
- Reglamento de permiso y evaluación de impacto ambiental
- Normas técnicas nacionales relativas al manejo ambiental de mataderos, manejo de desechos sólidos no peligrosos, entre otros

5.12. Evaluación de Impacto Ambiental

Las Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA) son un mecanismo para controlar y prevenir el desarrollo de proyectos con implicaciones ambientales significativas, es decir, minimizar riesgos, atender recomendaciones de especialistas y reducir el impacto negativo que un proyecto de este tipo puede causar sobre la naturaleza.

Actualmente son obligatorios en todos los países de Centroamérica y se aplican de diferentes formas, ajustados a las realidades de cada país.

Se entiende por Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) el instrumento de política y gestión ambiental, que incluye el conjunto de procedimientos, estudios y sistemas técnicos que permiten estimar los efectos que la ejecución de una determinada obra, actividad o proyecto puedan causar al medio ambiente.

Los elementos que debe de considerarse en un EIA en un proyecto de matadero se describen a continuación:

- Descripción del área de influencia del proyecto: este es un diagnóstico del área de influencia del proyecto, con una descripción completa y análisis del medio ambiente físico, elementos atmosféricos, medio biológico y el medio socioeconómico y de infraestructura que podrían impactar o ser impactados por el proyecto, en función de la información de fuentes principales. Se analizan entre otros, los siguientes elementos:
 - El medio ambiente físico
 - Caracterización climática
 - Geología, geomorfología
 - Caracterización edafológica
 - Recursos hídricos, superficial, calidad, usos
 - Atmósfera
 - Variables atmosféricas
 - Estudio local de calidad del aire
 - Medio biológico
 - Ecosistemas naturales
 - Medio socioeconómico y de infraestructura
 - Caracterización poblacional
 - Densidad de población
 - Usos y ocupación del suelo
 - Infraestructura de servicios
 - Relación sociedad/recursos ambientales

- Descripción del proyecto: se presenta una memoria del proyecto planteado, con indicaciones o cuantificaciones de los aspectos más relevantes que se pueden señalar, respecto del punto de vista de la preservación ambiental. Los principales elementos que puede contener esta parte del estudio pueden ser:
 - Actividad a desarrollar
 - Tecnología
 - Transporte: tipo, descripción, distancias, frecuencias, etc.
 - Otros servicios
 - Infraestructura: construcciones, afectaciones al medio, al suelo, al agua.
 - Tratamiento de efluentes líquidos
 - Residuos sólidos, producción, tratamientos
 - Emisiones gaseosas, tratamiento, número de fuentes de emisión
 - Condiciones y medio ambiente de trabajo
 - Riesgos específicos de la actividad, ruidos, vibraciones, contaminación, relación con los vectores, especialmente moscas y roedores.
 - Seguridad operativa para los matarifes, seguridad para los usuarios y comunidad beneficiaria.

- Análisis de actividades impactantes: en la evaluación de impacto ambiental se deben de identificar los impactos ambientales asociados a la inserción de proyecto en el medio. Se deberán de analizar con énfasis los siguientes aspectos:
 - Identificación y cuantificación de impactos
 - Positivos y negativos

- Críticos, severos, moderados, compatibles
- Directos e indirectos
- Cronología de los impactos
- Magnitudes a esperar
- Repercusiones de la obra o proyecto sobre la salud de la población
- Medidas mitigadoras de los impactos negativos
- Programa de monitoreo ambiental
- Parámetros a monitorear
- Frecuencia de las mediciones
- Planes de contingencia a desarrollar

Se debe de tomar en cuenta que, dependiendo del tipo de proyecto, la evaluación deberá enfocar los aspectos más relevantes y adoptar a tales efectos la metodología de evaluación apropiada.

- Medidas de mitigación: cualquier EIA debe incluir una sección sobre el plan de mitigación de aspectos del proyecto, con potencial de tener un impacto negativo al medio ambiente. Se recomienda que se incluya una tabla con las siguientes columnas:
 - Potencial impacto al medio ambiente (++, +, o, -, --) de altamente positivo a potencialmente altamente negativo.
 - Descripción de impacto potencial.
 - Acción de mitigación (para cualquier impacto potencialmente negativo).
 - Responsabilidad de acciones.
 - Responsabilidades de monitoreo de cumplimiento con acciones.

También debe tomarse en cuenta que un proyecto relacionado con el destace de cerdos puede ser sometido a una auditoría ambiental, la cual es una herramienta de gestión que comprende una evaluación periódica, sistemática, objetiva y documentada sobre una organización, proyecto o gestión de equipos medioambientales, para supervisar cómo se está cumpliendo la protección y salvaguardar del medio ambiente.

5.13. Parámetros de descarga de efluentes líquidos

Las normativas ambientales de la región para rastros y mataderos, contemplan que la contaminación proveniente de las descargas de aguas residuales está reglamentado por la Autoridad del Ambiente y Recursos Naturales, el cual establece los valores máximos permisibles de los diferentes contaminantes en las aguas de desecho generada por la matanza de animales y empacados cárnicos.

Tabla XXVII. **Límites de vertidos nacionales para sectores industriales (descarga en sistemas de alcantarillado municipal)**

Parámetro	Unidad	Rangos y límites máximos permisibles					
		Guatemala	San Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Panamá
pH	-	6-9	Nd	5-9	6-10	6-9	5.5-9
Sólidos suspendidos	mg/l	300	Nd	Nd	400	500	300
Sólidos sedimentables	ml/l	10	Nd	Nd	1.0	1	20
DBO ₅	mg/l	Nd	Nd	Nd	400	300	700
DQO	mg/l	Nd	Nd	Nd	900	1000	Nd
Grasas y aceites	mg/l	100	Nd	Nd	150	100	150

Fuente: HERNÁNDEZ LÓPEZ, Jesús. *Manual de buenas prácticas de producción en granjas porcícolas*. p. 32.

Tabla XXVIII. **Límites de vertidos nacionales para sectores industriales (descarga en cuerpos receptores)**

Parámetro	Unidad	Guatemala	San Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Panamá
pH	-	6-9/6.5-8.5/6.5-8.5	5.5-9	6-9	6-9	5-9	5.5-9
Sólidos suspendidos	mg/l	220/110/60	100	100	200	50	35
Sólidos sedimentables	ml/l	2/1/1	1	1	1	1	15
DBO ₅	mg/l	200/150/50	200	50	150	50	35
DQO	mg/l	350/200/150	600	200	250	Nd	100
Grasas y aceites	mg/l	30	20	10	30	10	20

Fuente: HERNÁNDEZ LÓPEZ, Jesús. *Manual de buenas prácticas de producción en granjas porcícolas*. p. 35.

La frecuencia de muestreo de los efluentes finales de rastros y mataderos está establecida en el reglamento correspondiente y deben ser reportados a la autoridad competente para su seguimiento.

Si se piensa establecer un proyecto y se incluyen aspectos de producción más limpia y de gestión ambiental, aparte de los beneficios económicos que esto implica, la empresa podrá evitarse problemas relativos a sus descargas de aguas residuales y manejo de desechos sólidos, adicionalmente, se asegurará un sistema de tratamiento sencillo, y por ende menos costoso.

CONCLUSIONES

1. Teniendo en cuenta los factores de importancia para evitar la contaminación en los alimentos, se puede afirmar de lo imprescindible que son las buenas prácticas de manufactura dentro del proceso. Con ellas se puede optar primero a la inocuidad, que hará que el producto tenga una demanda aceptable, así también se reducirán los posibles riesgos de contaminación dentro del proceso, los cuales podrían traer desde problemas legales hasta una baja sustancial en las ventas, debido a la mala imagen que el producto pueda mostrar al consumidor.
2. Dentro del proceso de elaboración de productos cárnicos, tanto el empleado como el supervisor son responsables del proceso y de asegurar la calidad e higiene del producto. La responsabilidad debe ir acompañada de una capacitación extensa del programa de buenas prácticas de manufactura.
3. La documentación propuesta permite delimitar responsabilidades y funciones y posibilita el seguimiento y la evaluación posterior de las operaciones, convirtiéndose en una excelente herramienta de control.
4. La capacitación constante al personal sobre las buenas prácticas de manufactura es una herramienta para la implementación de este programa, ya que le va a generar al empleado la cultura de buenos hábitos de higiene personal y de limpieza, dentro del área de trabajo y durante el proceso de producción.

5. Para desarrollar una cultura de calidad de buenas prácticas de manufactura dentro del área de cárnicos se debe de hacer conciencia sobre la importancia de la implementación de las mismas, reconocer los beneficios que se obtienen y la imagen que esto representa para el consumidor, además de ser competitivos.
6. El presente manual incluye lineamientos generales y específicos para la operación de una institución procesadora de alimentos en cuanto a apariencia, higiene, sanidad del personal y condiciones del área, a fin de garantizar un producto de calidad y tener el aseguramiento de reducir el riesgo para la salud del consumidor final.
7. La implementación de las buenas prácticas de manufactura es un requisito, o la plataforma que lleva a iniciar o implementar un sistema de análisis de riesgos y control de puntos críticos en el proceso productivo.
8. Se deberán seguir los controles del proceso a través de las documentaciones especificadas en el presente trabajo, delimitando las responsabilidades específicas en los empleados.

RECOMENDACIONES

1. Evitar el resguardo del equipo en desuso dentro del área, puesto que esto constituye un albergue para ratas y otros bichos.
2. Controlar, verificar y dar seguimiento al programa de buenas prácticas de manufactura implementado, para evitar el fracaso del mismo; lo que representa pérdidas significativas de recursos para la institución.
3. Realizar auditorías periódicamente y sancionar a las personas o áreas que no cumplan con los procedimientos establecidos, ya que es la única manera de garantizar el cumplimiento y éxito del programa. Asimismo, designar a una persona encargada de verificar y evaluar el programa para que identifique las debilidades y proponga mejoras.
4. El supervisor de área debe informar inmediatamente de los cambios dentro de la documentación; a todos los involucrados o usuarios de los documentos se les debe instruir nuevamente acerca de la ejecución de las actividades y verificar si se ejecutan de acuerdo con los cambios establecidos.
5. Se hace necesaria la constante capacitación de los empleados del área de productos cárnicos, darles a conocer por qué es importante tener un programa de buenas prácticas de manufactura, para que puedan colaborar de la mejor manera con el desempeño del mismo.

6. Buscar la mejora continua a través de un análisis de fortalezas y debilidades; de esta manera se conocerán los aspectos a mejorar o aquellos que requieran de mayor atención.
7. Establecer un contacto directo con proveedores de productos químicos de limpieza para industria de alimentos, para asegurarse que dichos químicos no causarán daño al alimento; esto a su vez se refleja en un daño al consumidor final.
8. Mantener un estricto control de limpieza y sanitización, ya que es uno de los factores principales que influye en el desarrollo de las buenas prácticas de manufactura.
9. Mejorar y mantener las instalaciones del área de productos cárnicos, para que cumplan con las directrices de las buenas prácticas de manufactura.

BIBLIOGRAFÍA

1. BARILLAS PINEDA, Ricardo. *Manual de procesamiento limpieza y desinfección de plantas procesadoras y empacadoras de alimentos*. Estados Unidos: USAID – RED, 2006. 76 p.
2. CODEX ALIMENTARIUS. *Código de prácticas de higiene para la carne*. CAC/RCP 58/2005. 55 p.
3. _____. *Código internacional recomendado de prácticas principios generales de higiene de los alimentos*. CAC/RCP 1-1969. Argentina: Codex Alimentarius, 1997. 65 p.
4. CODEX STAN. *Código internacional de prácticas recomendado: principios generales de higiene de los alimentos*. CAC/RCP 1-1969. Italia: CODEX STAN, 2003. 8 p.
5. Comisión Guatemalteca de Normalización. *Agua potable especificaciones*. 29.001:99. Guatemala: COGUANOR, 1999. 14 p.
6. DÍAZ PEÑA, Lesbia Gabriela. *Buenas prácticas de manufactura como base para la implementación de HACCP en la elaboración de tortilla de harina*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2002. 155 p.

7. FAO/OMS. *Sistema de calidad e inocuidad de los alimentos*: Roma: FAO; 2002. 232 p. ISBN: 92-5-304115-3.
8. FERNÁNDEZ LACAYO, Erick Ernesto. *Implementación de un sistema de aseguramiento de la calidad en una industria de frituras basado en las buenas prácticas de manufactura*. Trabajo de graduación de Ing. Química, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003. 239 p.
9. FLORES RODRÍGUEZ, Celia Maribel. *Buenas prácticas de manufactura aplicadas en la industria de fabricación de pastas alimenticias*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2005. 171 p.
10. FUQUENE RETAMOSO, Carlos Eduardo. *Producción más Limpia: producción limpia, contaminación y gestión ambiental*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2007. 137 p.
11. GUATEMALA. Ministerio De Salud. *Reglamento de buenas prácticas de manufactura de la industria de alimentos y bebidas procesadas*. Versión 3, 27a ed. Guatemala: MSPAS, 2004. 16 p.
12. _____. *Reglamento Técnico Centroamericano RTCA*. Industria de alimentos y bebidas procesados: principios generales de Buenas Prácticas de Manufactura. Guatemala: MSPAS, 2006. 29 p.
13. GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. *Calidad total y productividad*. 3a ed. México: Mc Graw Hill, 1994. 482 p.

14. MOGUEL GARCÍA, Francisco José. *Bases para la implementación de buenas prácticas de manufactura, en una industria envasadora de lácteos*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 80 p.
15. NIEBEL, Benjamín. *Ingeniería Industrial métodos, tiempos y movimientos*. 9a ed. México: Pema, 1993. 880 p. ISBN 970-15-0217-5.
16. ONUDI. *Manual de Producción más Limpia*. [en línea]. <<http://www.unido.org/index.php?id=o721280>>. [Consulta: septiembre de 2013].
17. QUIROGA VILLATE, Alejandro. *Elaboración e implementación de las buenas prácticas de manufactura en la planta procesadora de carnes frías "CARFRICAS"*. Trabajo de graduación de Ing. en Alimentos. Bogotá: Universidad de La Salle, Escuela de Ingeniería en Alimentos. 186 p.
18. RODRÍGUEZ, José Armando. *Propuesta de un diseño para una Producción más Limpia (P+L) utilizando buenas prácticas de manufactura en una industria de alimentos cárnicos*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2012. 228 p.
19. TORRES, Sergio Antonio. *Ingeniería de plantas*. 8a ed. Guatemala, 2008. 168 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Plan de mantenimiento preventivo

 <p>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, USAC</p>		<p>Manual de Buenas Prácticas de Manufactura</p> <p>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</p>				<p>Versión: 1 Fecha: Hoja</p>	
Área	¿Qué?	Nombre	Principal desperfecto a controlar	Frecuencia mantenimiento preventivo	Responsable	Supervisor	
	Equipos						
	Utensilios						
	Estructura						

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Cronograma anual de mantenimiento preventivo**

 Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia		Manual de Buenas Prácticas de Manufactura											Versión: 1 Fecha: Hora: Hoja: de				
CRONOGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																	
Área	¿Qué?	Nombre	Actividad	Fecha último mantenimiento	Ene.	Feb.	Mar.	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	
	Equipos																
	Utensilios																
	Estructura																

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Formato de registro de capacitación

 <p>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, USAC</p>	REGISTRO GENERAL DE CAPACITACIÓN		Versión: Fecha: Hoja: ___ de ___
Nivel: Técnico / Básico / General (Tachar lo que corresponda) Tipo: Entrenamiento / Reentrenamiento			
Nombre del instructor: _____ Hora de inicio: _____ Hora de finalización: _____			
<p style="text-align: center;">Contenido</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Generalidades 2. Nutrición 3. Inocuidad de los alimentos. 4. Enfermedades transmitidas por alimentos. 5. Contaminación y alteración de los alimentos. 6. Buenas Prácticas de Manufactura. 	<p style="text-align: center;">Material de apoyo</p> Presentación en PC Cañonera Fotos y videos Papelógrafos Material escrito (afiches, trifoliales, exámenes cortos, et)		
PARTICIPANTES			
Nombre y Apellido	Área	Función/Puesto	Firma

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. **Procedimientos operativos estandarizados de sanitización de utensilios**

 <p>Facultad de medicina Veterinaria y Zootecnia, USAC</p>	<p>PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS ESTANDARIZADOS DE SANITIZACIÓN DE UTENSILIOS</p>
<p>Nombre del área:</p>	
<p>Fecha:</p>	
<p>Frecuencia: Diario</p>	
<p>Productos de limpieza y sanitización y utensilios: Agua, esponja, jabón</p>	
<p style="text-align: center;">MÉTODO</p>	
<p>Manual</p>	
<p>1. Limpiar los utensilios con una esponja, jabón y agua fría o caliente</p>	
<p>2. Colocarlos en un recipiente limpio y seco</p>	
<p>3. Secar los utensilios con una toalla o papel</p>	
<p>Observaciones: Verificar que los utensilios se tapen y guarden correctamente en un lugar apropiado.</p>	
<p>Criterios de evaluación: Bien = limpio, Mal = sucio</p>	
<p>Acciones correctivas: De tipo inmediato o mediano</p>	
<p>Inmediato: Limpiar al momento</p>	
<p>Mediano: Programar la limpieza lo antes posible</p>	
<p>Responsable de la operación:</p>	
<p style="text-align: right;">_____</p> <p style="text-align: right;">Nombre y puesto</p>	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6 **Procedimientos operativos estandarizados de sanitización de instalaciones**

 <p>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, USAC</p>	<p>PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS ESTANDARIZADOS DE SANITIZACIÓN DE INSTALACIONES</p>
Nombre del área:	
Fecha:	
Superficie a limpiar: Pisos	
Frecuencia: Diario	
Utensilios de limpieza y sanitización y utensilios: Escoba, secador, cepillo, balde, basurero	
Productos de limpieza y sanitización: Agua fría y caliente, detergente biodegradable	
MÉTODO	
Manual	
1. Retirar la basura con la escoba y depositarla en los recipientes específicos.	
2. Lavar con cepillo, agua caliente y fría desde los zócalos hacia los desagües.	
3. Enjuagar con agua caliente y fría desde los zócalos hasta los desagües.	
4. Retirar el exceso de agua con el secador y dejar secar antes de iniciar las operaciones.	
Observaciones: Verificar que al finalizar la sanitización, los pisos estén secos.	
Criterios de evaluación: Bien = limpio, Mal = sucio	
Acciones correctivas: De tipo inmediato o mediato	
Inmediato: Limpiar al momento	
Mediato: Programar la limpieza lo antes posible	
Responsable de la operación:	
<p>_____</p> <p>Nombre y puesto</p>	

Fuente: elaboración propia.