

## **“REINGENIERÍA DEL CAMAL MUNICIPAL DE MACHALA”**

Tatiana Pontón Tomaselli<sup>1</sup>, Ing. Luis Miranda Sánchez<sup>2</sup>

1- Ingeniero de Alimentos, 2006, e-mail: tato\_pt@hotmail.com, aponton@espol.edu.ec

2- Director de Tesis, Ingeniero Químico, Universidad de Guayaquil, Msc. en Ing. de Alimentos, Universidad Campinas-Brasil. Profesor de la ESPOL desde 1980, e-mail: lmiranda@goliat.espol.edu.ec

### **RESUMEN**

Este estudio plantea la “Reingeniería del camal Municipal de Machala” y tiene por objetivo formular una recomendación de las condiciones operativas necesarias para brindar un servicio higiénico y eficiente.

Primero se analizan los procesos de faenamiento, se determinan los problemas que se presentan en cada operación y cómo pueden ser éstos superados. Así mismo se analizara la funcionalidad de las instalaciones para establecer las áreas que tienen necesidad de mejoras para que cumplan con su función.

Por medio de la evaluación de la información obtenida se planteará la reingeniería del Camal, que comprende el diseño de un sistema lineal para faenar ganado, el transporte aéreo del animal durante la mayor parte del proceso, la provisión de equipo apropiado para realizar las tareas de faenado y el diseño de un sistema de enfriamiento que permita disminuir la temperatura a la que los productos son entregados para reducir en ellos el desarrollo microbiano

Además se expondrán las normas generales de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) aplicables a plantas faenadoras de ganado, lo que permitirá asegurar, a usuarios y consumidores, la inocuidad de las carnes y subproductos elaborados en el camal.

This study outlines the "Re-Engineering of the Machala's Municipality Slaughterhouse" and it has for objective to formulate a recommendation about the necessary operative conditions to offer a hygienic and efficient service.

First, the slaughtering processes are analyzed, the problems that happen in each operation are determined and how they can be enhanced. Likewise the functionality of the physical infrastructure was appraised, to settle down the areas that have necessity of improvements so that they fulfill its function.

By means of the obtained information evaluation, the slaughterhouse re-engineering will be established. It includes the design of a lineal system for cattle slaughtering, the air transportation of the animal and carcass during most part

of the process, the provision of appropriate equipment to carry out the slaughtering tasks and the design of a cooling system which allows decreasing the temperature of the products to reduce microbial development.

The general norms of Good Manufacturing Practices (GMP) applicable to cattle slaughtering plants will also be exposed, and they will allow to assure, to users and consumers, the microbiological safety of the meats and by-products elaborated in the slaughterhouse.

## **INTRODUCCION**

El Camal Municipal de Machala presta un servicio de suma importancia tanto para los productores como para los consumidores de carne de la ciudad y sus inmediaciones; y por lo tanto, debe proporcionar las condiciones de higiene para asegurar la salud de los ciudadanos.

Pero durante sus años de funcionamiento, no se han efectuado mejoras en el proceso de faenamiento de ganado vacuno y porcino, estancamiento que no corresponde a las crecientes demandas de los consumidores, quienes exigen sus derechos amparados en la legislación ecuatoriana.

El objetivo del presente estudio es mejorar las condiciones operativas del Camal Municipal de Machala, atendiendo a sus necesidades inmediatas y con una inversión económica razonable.

Para esto se diseñará una propuesta de un nuevo sistema para el faenado de ganado vacuno y porcino en el matadero que permita agilizar el proceso sin necesidad de ampliar sus instalaciones, haciéndolo más higiénico, rápido y acorde con las crecientes exigencias de los usuarios y consumidores actuales y potenciales.

Además se incluirá el diseño de una planta frigorífica que permita enfriar las carnes después de preparadas para comenzar la cadena de frío que se pretende pueda llegar al consumidor final con la ayuda de los distribuidores y comercializadores de estos productos.

## **CONTENIDO**

### **1.- GENERALIDADES**

#### **Sistemas de preparación de canales**

La preparación de la carne se puede realizar de dos maneras en general: en una mesa de trabajo emplazada en el suelo, llamado sistema de "puesto", o con el animal suspendido de un carril, lo que se denomina sistema "lineal". Así mismo existen sistemas combinados como los que se aprecian en la siguiente tabla.

**TABLA I**  
**VARIANTES DE SISTEMAS DE PREPARACIÓN DE CARNE**

<b>Combinaciones</b>	<b>Sistema de puesto</b>	<b>Sistema lineal</b>	<b>Ritmo</b>
<b>a</b>	1. 2. 3.		Aproximadamente de un bovino y cuarto por hombre y hora.
<b>b</b>	1. 2.	3.	Hasta 2 bovinos por hombre y hora.
<b>c</b>	1. 3.	2.	Un bovino y medio por hombre y por hora
<b>d</b>	1.	2. 3.	hasta tres bovinos por hombre y hora

1. Aturdimiento, 2. Sangría y sacrificio, 3. Preparación de la canal

## 2.- SITUACIÓN ACTUAL

### **Tecnología Empleada**

El sistema con que opera actualmente el camal es un sistema básico de puesto, donde todas las operaciones de faenado realizadas a un único animal se llevan a cabo en un mismo sitio y están a cargo de un grupo de matarifes (de 2 a 4). Las secciones para el faenado, tanto de reses como de cerdos, son idénticas y están separadas por un corredor central. Existen 4 puestos para el procesamiento de reses e igual número para el faenado de cerdos

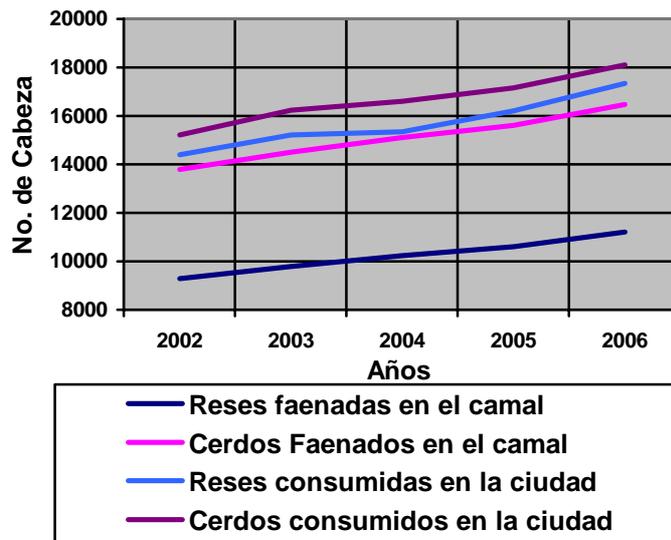
### **Capacidad**

En el Camal de Machala se faenan un promedio diario de 35 reses y 45 cerdos, con pesos promedio de 700 lb. por res y 200 lb. por cerdo. Dado que el tiempo necesario para faenar una res es de 50 minutos, y para cerdo es de 40 minutos, la capacidad pico del matadero usando todos sus puestos de trabajo a la vez es de 48 reses y 60 cerdos diarios.

### **Cobertura de la demanda**

En Machala se comercializan en la actualidad alrededor de 80 reses y 50 cerdos diariamente, los cuales provienen de haciendas ubicadas en la periferia de la ciudad y en otros cantones de la provincia.

El 45% de las reses y el 90% de los cerdos comercializados en la ciudad son faenados en su camal municipal y el porcentaje restante en otros camales de la provincia.



**FIGURA 1:** No. reses y cerdos sacrificados en el camal y No. de reses y cerdos comercializados en la ciudad en los últimos 5 años

### **Descripción del proceso actual**

Las operaciones que se llevan a cabo en el Camal se dividen en 3 etapas: proceso ante-mortem, operaciones de matanza y proceso post-mortem.

#### Proceso Ante-Morten

Recepción.- Los animales llegan al Camal por vía terrestre hasta la playa de desembarco desde donde son trasladados a los corrales de descanso.

Inspección.- Es un examen visual del estado físico de los animales por parte del veterinario encargado. Se revisan lengua y pesuñas, se busca en las ubres señales de fiebre aftosa, así como manifestaciones de movimientos descoordinados o presencia de sangre en la orina.

Reposo.- Los animales llegan la tarde anterior al sacrificio, lo que asegura su permanencia en los establos de descanso de 9 a 12 horas antes de la faena.

#### Operaciones de matanza y preparación de la canal

Insensibilización.- Consiste en realizar una incisión con un cuchillo al nivel de la articulación Atlanto-occipital para seccionar el bulbo raquídeo (medula oblonga) bloqueando el mecanismo sensitivo. El animal cae al piso donde se realizarán las operaciones posteriores.

Sangría.- Se realiza un corte por detrás de la mandíbula, y se espera que la sangre sea expulsada por la acción del bombeo que realiza el corazón del animal mientras sigue vivo.

#### Desuello/Escalado-depilación

En el caso del ganado vacuno, se retira la cabeza y las patas y posteriormente la piel de todo el animal. En el caso de ganado porcino, se escalda en una piscina con agua a 60°C y se depila con cuchillos.

Evisceración.- Se abre el pecho cortando el esternón, se liga el recto y se desprenden las vísceras.

### Operaciones Post-mortem

Corte en canales.- Se corta la carcasa en canales, que es la unidad más común de transporte y comercialización de carne al por mayor.

Inspección post-mortem.- El examen de la canal es visual. La carne debe tener una apariencia higiénica, verse limpia y no sanguinolenta. El examen hecho a las vísceras comestibles consiste en realizar incisiones para observar si el tejido tiene apariencia normal.

## 3.- ELABORACION DE LA PROPUESTA

### **Determinación de la nueva capacidad del camal**

Si analizamos la tendencia de la demanda del proceso de faenado, el incremento promedio del No. de reses faenadas cada año en el camal es del 4.8%, mientras que, en el caso de cerdos, el incremento promedio en la tasa de faenamamiento anual es del 4.2%.

Así, si continúa la tendencia actual de incremento de la demanda del servicio de faenado, la demanda que afrontará el camal en el año 2011 será de 14300 reses y 21800 cerdos, considerando un año de 312 días laborables, se alcanzaría con una capacidad efectiva de 45 reses y 70 cerdos diarios.

### **Tecnología recomendada**

Implementar un sistema combinado donde se realice la operación de aturdimiento en el sistema de puesto o cubículo de aturdimiento y se utilice el sistema aéreo lineal para todo el proceso posterior, que incluye la sangría, la preparación de la canal, traslado de la canal hacia la cámara de refrigeración y finalmente hacia su salida al cajón del vehículo de transporte.

### **Selección de Equipos**

**TABLA II  
EQUIPO NECESARIO PARA LA LINEA DE GANADO VACUNO**

<b>Equipos y Utensilios</b>	<b>Cant</b>
Dispositivo de aturdimiento de reses de dimensiones	1
Carriles tubular (m)	20
Carretillos a rodillo para carriles tubulares	20
Polipasto eléctrico	1
Dispositivo para desollado	1
Plataformas	2
Sierra eléctrica para la apertura del pecho	1
Sierra eléctrica para la división de la canal	1
Cuchillos curvos y rectos	10

**TABLA III**  
**EQUIPO NECESARIO PARA LA LINEA DE GANADO PORCINO**

<b>Equipos y Utensilios</b>	<b>Cant.</b>
Dispositivo de aturdimiento de cerdos de dimensiones	1
Carril tubulares (m)	20
Carretillos simples para carriles tubulares	30
Polipasto eléctrico	2
Piscina para escaldado	1
Mesa de acero inoxidable	1
Depilador eléctrico	1
Sierra para apertura de pecho	1
Sierra para separación de canales	1
Cuchillos curvos y rectos	10

**Especificaciones Técnicas de los equipos para Faenado de Bovinos**

**Cajón de Aturdimiento**

- Medidas 1000x 2400x 1800 mm.
- Puerta Tipo guillotina,
- Puerta bai-ben horizontal,
- Piso inclinado para facilitar la caída del ganado, 45 grados

**Aturdidor Neumático**

- Potencia de motor 1HP

**Polipasto**

- Capacidad 1000 Kg
- Potencia de motor 5 HP
- Velocidad de elevación 4m/min
- Izado con cable de acero de 3/8"

**Sierra para apertura de pecho**

- Potencia de motor 2 HP
- Material: acero inoxidable

**Sierra para división de la canal**

- Potencia de motor 2,5 HP
- Material: acero inoxidable
- Incluir balanceador de sierra

**Cuchillos**

- De 15 a 20 cm de largo

**Especificaciones Técnicas de los equipos para Faenado de porcinos**

**Cajón de aturdimiento**

- Medidas 1000x 2400x 1800 mm.
- Puerta Tipo guillotina,
- Puerta bai-ben horizontal,
- Piso inclinado para facilitar la caída del ganado, 45 grados

**Aturdidor eléctrico**

- Voltaje 75 V y amperaje de 0.25 A
- Amplitud entre electrodos 12 cm

**Polipasto**

- Capacidad 500 Kg
- Potencia de motor 3 HP
- Velocidad de elevación 4m/min
- Izado con cable de acero de 3/8"

**Piscina para escaldado**

- Medidas en m: 2 de largo, 1,7 de ancho y 0.8 de altura
- Material: planchas de acero inoxidable
- Perfiles angulares galvanizados

**Depilador eléctrico**

- Potencia de motor 0.5 HP

**Sierra para apertura de pecho**

- Potencia de motor 1 HP
- Material: acero inoxidable

**Sierra para separación de canales**

- Potencia de motor 2 HP
- Material: acero inoxidable

**Especificaciones Técnicas de los equipos para la cámara frigorífica****Paneles prefabricados de acero-poliuretano-acero**

- 100 paneles de 1 m<sup>2</sup> para paredes t techo
- 30 paneles para piso
- 2 puertas de 2x3.20 m<sup>2</sup>

**Unidades Condensadoras con compresores herméticos para R-134a**

- Potencia 2 Kw
- 220V/60Hz

**Evaporador**

- 11.2 Kw

**Válvula de expansión electrónica**

- Entrada 3/8" – Salida 1/2"

**Buenas prácticas de manufactura (BPM)**

Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) son un conjunto de normas sobre limpieza y desinfección y control de plagas que se aplican al procesamiento de alimentos para garantizar su inocuidad. Se pueden establecer este tipo de normas para ser aplicadas al diseño de la estructura, al transporte y recepción del ganado, a las líneas de faena y elaboración de derivados, y al almacenaje y transporte del producto final.

Los factores más importantes para asegurar la inocuidad de los productos en el matadero son la higiene del personal y la limpieza y sanitización eficaces de las líneas y equipos.

#### 4.- VALIDACION DE LA PROPUESTA

##### Aumento de la capacidad

La demanda que tendrá que afrontar en camal de Machala según las predicciones realizadas será, en el 2011, de 45 reses y 75 cerdos diarios.

**TABLA IV**  
**TIEMPOS DE OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS DE FAENADO DE RESES**

SISTEMA DE PUESTO		SISTEMA LINEAL	
Operación	Tiempo (min)	Operación	Tiempo (min)
Insensibilización	2	Insensibilización	3
Sangría	15	Sangría	8
Separación de cabezas y patas	2	Separación de cabezas y patas	4
Desuello	10	Desuello	3
Evisceración	10	Evisceración	3
Separación de Canales	10	Separación de Canales	2
Limpieza	3	Limpieza	1
<b>Total</b>	<b>52</b>		<b>24</b>

Considerando un ritmo de trabajo de 8 minutos de diferencia entre el ingreso de cada res al proceso, espacio de tiempo limitado por el tiempo que toma la operación de sangría, tendremos una tasa de faenamiento de 7.5 animales por hora. Descontando la media hora inicial que toma el primer animal en pasar por la línea de faena, tendremos una producción diaria de 56 reses, lo que cubre la demanda proyectada.

**TABLA V**  
**TIEMPOS DE OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS DE FAENADO DE CERDOS**

SISTEMA DE PUESTO		SISTEMA AEREO LINEAL	
Operación	Tiempo (min)	Operación	Tiempo (min)
Insensibilización	2	Insensibilización	2
Sangría	12	Sangría	7
Escaldado	5	Escaldado	5
Depilación	8	Depilación	3
Evisceración	8	Evisceración	3
Separación de Canales	5	Separación de Canales	2
Limpieza	3	Limpieza	1
<b>Total</b>	<b>43</b>		<b>23</b>

El ritmo de trabajo será de 4 minutos de diferencia entre el ingreso de cada cerdo al proceso, tiempo limitado por la operación de sangría que se podrá

realizar a 2 cerdos a la vez. Entonces tendremos una tasa de faenamiento de 15 animales por hora. Descontando la media hora inicial que toma el primer animal en pasar por la línea de faena, tendremos una producción diaria de 112 cerdos, lo que cubre la demanda proyectada.

### **Efectos de las Buenas prácticas de manufactura**

El grado de contaminación inicial se logrará mediante un seguimiento de los procedimientos de higiene personal y de limpieza y sanitización de equipos y utensilios, establecidos en las BPM. A continuación se muestran algunos ejemplos de la contaminación microbiana que se puede evitar con la aplicación de las BPM.

**TABLA VI  
FUENTES DE LA CONTAMINACION MICROBIANA INICIAL EN LAS  
CARNES**

<b>Etapa o Lugar</b>	<b>Grado de Contaminación Obtenida</b>
Desollado (en las carnes)	10.000 a 100.000 unidades por cm <sup>2</sup>
Hojas de cuchillos (luego de 2 horas de trabajo)	Hasta 2x10 <sup>5</sup> unidades por cm <sup>2</sup>
Sobre las manos de operarios (luego de 2 horas de trabajo)	Hasta 2x10 <sup>4</sup> unidades por cm <sup>2</sup>

### **CONCLUSIONES**

- Las mejoras planteadas al proceso de faenado aseguran una mejor calidad de la carne y subproductos elaborados en el camal.
- Las Buenas Prácticas de Manufactura aseguran que se mantendrá una calidad higiénica uniforme en los productos gracias a la existencia de procedimientos escritos de limpieza e higiene del personal y de las instalaciones.
- La incorporación del diseño de una cámara frigorífica para un matadero municipal marca un referente de cómo éstos pueden cumplir con una condición básica y de suma importancia para el apropiado tratamiento de las carnes frescas.
- Con esta propuesta, el Camal Municipal de Machala, aumentaría significativamente su aptitud para cumplir con las normas expuestas en el Reglamento sobre la Ley de Mataderos del Ecuador.
- La reingeniería propuesta es viable técnica, legal y económicamente.

## REFERENCIAS

1. S.J James S.J. and C. James, Meat Refrigeration, The University of Bristol 2002
2. M. Asdrubali y A. Stradelli, Los Mataderos, Editorial Acribia 1969, Zaragoza-España
3. J.F. Gracey, Meat Plant Operations, Chalcombe Publications 2001, United Kingdom
4. H. Quijano Guerrero, Manual de sacrificio e industrialización del cerdo, Editorial Trillas 1999, México
5. W.F. Stoeker, Refrigeración y Acondicionamiento de aire, Ediciones del Castillo S.A 1965, Madrid
6. <http://www.fao.org>
7. <http://www.sica.gov.e>
8. <http://www.fsis.usda.gov>

---

Tatiana Pontón Tomaselli  
Autor

---

Ing. Luis Miranda Sánchez  
Director de Tesis