

Balance de materia en el proceso de sacrificio de cerdos en la planta de cárnicos de Zamorano

Trabajo de graduación presentado cómo requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Agroindustria en el Grado Académico de
Licenciatura

Presentado por

Emerson Penuel Villeda Sandoval

Honduras
Diciembre, 2003

RESUMEN

Villeda, Emerson. 2003. Balance de materia en el proceso de sacrificio de cerdos en la planta de cárnicos de Zamorano. Trabajo de graduación del Programa de Ingeniería Agroindustrial. Valle del Yeguaré, Honduras. 32 p.

Actualmente el mercado mundial de producción y consumo de carnes está dominado por la carne de cerdo. El consumo promedio de carne de cerdo es de 14.81 kilogramos por persona por año ocupando el primer lugar de consumo de carnes a nivel mundial. El objetivo de este estudio fue determinar el rendimiento de los cerdos realizando un balance de materia en el proceso de sacrificio de cerdos en el rastro de la Zamoempresa de Lácteos y Cárnicos de la Escuela Agrícola Panamericana. Además se creó una base de datos para beneficio de la planta en el programa Microsoft Access@ la cual brinda la información de producción de cada producto y subproducto del sacrificio del cerdo. Un balance de materia se describe como el estudio de las entradas de insumos que tiene un sistema y las posteriores salidas de cada subproducto. Para lograr esto se recolectaron datos de 60 cerdos resultantes del cruce de las razas Yorkshire y Landrace, producidos en la Unidad de Cerdos de Zamorano bajo factores de manejo y régimen nutricional de animales para sacrificio. Los datos recolectados comprendieron los pesos de los siguientes componentes: peso vivo, canal, sangre, cabeza, vísceras, tripas, estómago, traquea y pulmones, grasa abdominal visceral, patas, pelos y pezuñas, restos de degollado y mermas. La canal de cerdo representó el 69.9% del peso vivo del animal, tripas, estómago, traquea y pulmones 9.46%, cabeza 7.28%, vísceras 4.51%, sangre 3.85%, patas 1.67%, grasa abdominal visceral 1.1%, pelos y pezuñas 0.78%, mermas 0.75% y los restos de degollado con un 0.7%.

Palabras claves: Balance de materia, canal, degollado, sacrificio.

CONTENIDO

	Portada.....	i
	Portadilla.....	ii
	Autoría.....	iii
	Página de firmas.....	iv
	Dedicatoria.....	v
	Agradecimientos.....	Vi
	Agradecimiento a patrocinadores.....	vii
	Resumen.....	viii
	Contenido.....	ix
	Índice de Cuadros.....	xi
	Índice de Figuras.....	xii
	Índice de Anexos.....	xiii
	INTRODUCCIÓN.....	1
1. 1.1	OBJETIVOS.	2
1.1.1	Objetivo general.....	2
1.1.2	Objetivos específicos.....	2
2.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 2.2	MERCADO MUNDIAL DE LA CARNE DE CERDO.....	3
2.2.1	PROCESO DE SACRIFICIO DE CERDOS.....	5
2.2.2	Manejo del cerdo antes del sacrificio.....	5
2.2.3	Recepción y reposo.....	5
2.2.4	Sacrificio y limpieza.	6
2.2.5	Corte de yugular y desangrado.	6
2.2.6	Escaldado.	7
2.2.7	Eviscerado.....	7
2.3	División de canales.....	8
2.3.1	SUB PRODUCTOS DEL SACRIFICIO DE CERDOS.....	9
2.3.2	Tripas.	9
2.3.3	Sangre.....	9
2.3.4	Vísceras.	9
2.3.5	Cabeza.	10
2.3.6	Patas.....	10
2.3.7	Estómago.....	10
2.3.8	Desechos de tripas y estómago.....	11
2.3.9	Pelos y pezuñas.....	11
2.4	Grasa abdominal visceral.....	11
3.	CADENAS DE LA CARNE POST-SACRIFICIO.....	13
3.1	MATERIALES y MÉTODOS.....	13
	UBICACIÓN.....	13

3.2	MATERIALES.....	13
3.2.1	Materiales	13
3.2.2	Equipos.....	14
3.2.3	Personal.....	14
3.3	METODOLOGÍA.....	14
3.3.1	Determinación de número de animales a utilizar.....	15
3.3.2	Sacrificio y pesado de cada subproducto del cerdo.....	15
3.3.3	Base de datos	17
4.	RESULTADOS y DISCUSIÓN.....	18
4.1	PORCENTAJES DE PIEZAS.....	18
4.2	BASE DE DATOS.....	20
5.	CONCLUSIONES.....	21
6.	RECOMENDACIONES.....	22
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	23
8.	ANEXOS.....	25

1. INTRODUCCIÓN

El balance de materia es una herramienta utilizada en la industria para el mejor control de sus procesos, ya que gracias a ello se puede manejar los volúmenes de cada entrada y salida de materiales. Singh y Heldman (2001) describen un balance de materia como el estudio de las entradas de insumos que tiene un sistema y las posteriores salidas de éstas. Los balances son útiles para la determinación de los volúmenes que se obtendrán de cada subproducto del proceso. Esta información es muy valiosa a la hora de tomar decisiones diversas, como ser la de adquisición de equipo nuevo, la expansión de líneas de proceso, la elaboración de un nuevo producto o para un mejor manejo de los desechos industriales de la planta.

Es de mucha importancia la utilización de estos balances para la determinación de las cantidades a utilizar de materia prima a obtener de producto final, además nos sirve para el ajuste o revisión de nuestros costos y cantidades de capital necesarios para la producción.

Según Fischer *et al.* (1974), a la hora del sacrificio de los cerdos se pueden obtener diferentes componentes de los animales, siendo estos de distinto nivel de importancia de acuerdo al uso. Del sacrificio del cerdo se obtienen diferentes piezas aparte de la canal en sí (cuerpo entero del animal sacrificado después de las operaciones de sangrado, eviscerado y degollado, sin cabeza ni patas; sin los órganos y grasas contenidos en las cavidades torácica y abdominal), representando cada una un porcentaje importante. Basándonos en los porcentajes que representan cada uno de los componentes de cerdo (cuadro 1) Y considerando la producción mundial de carne (Figura 1) se determina que los volúmenes que se obtienen de las diferentes partes del animal sin tomar en cuenta la canal representan una cantidad elevada de materia prima. Esas cantidades generan un ingreso considerable y de gran utilidad a la hora de cubrir los costos de producción.

Cuadro 1. Componentes del cerdo.

(En 1,000 TM)

Componentes	% del peso VIVO	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Carne en canal	80%	69,951	73,726	78,940	81,334	82,419	84,314
Peso vivo	100%	87,439	92,158	98,675	101,668	103,024	105,393
Cabeza	3.10%	2,711	2,857	3,059	3,152	3,194	3,267
Vísceras	6.60%	5,771	6,082	6,513	6,710	6,800	6,956

Fuente: Fischer *et al.* (1974).

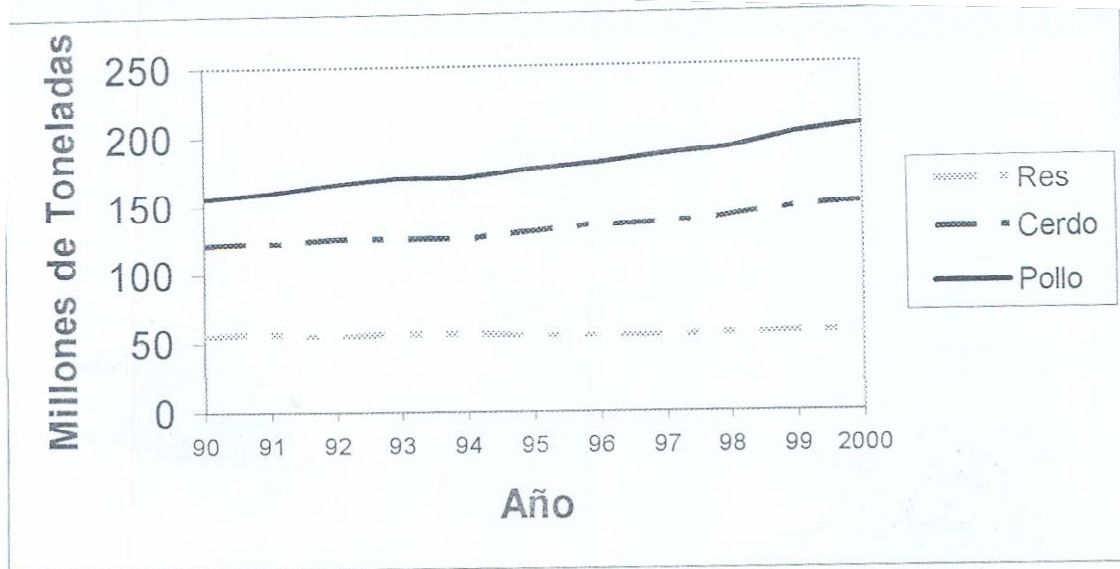


Figura 1. Producción mundial de carnes.

Fuente: Agro cadenas (2003).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

- Realizar un balance de materia en el proceso de sacrificio de cerdos en el rastro de la Zamoempresa de Lácteos y Cárnicos de la Escuela Agrícola Panamericana.

1.1.2 Objetivos específicos

- Cuantificar los distintos productos y subproductos derivados del cerdo al momento del sacrificio.
- Crear una base de datos para el registro de los productos y subproductos del sacrificio de cerdos.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 MERCADO MUNDIAL DE LA CARNE DE CERDO

Según la Agro cadenas (2003), la carne de cerdo es la carne de mayor producción y consumo en el mundo. Sobre un total de dos mil trescientos millones de toneladas de carne al año producidas en los cinco continentes, alrededor de un cuarenta por ciento corresponden a esta especie. China, con sus mil trescientos millones de habitantes, tiene mucho que ver en esta estadística con una producción que sobrepasa los cuarenta y tres millones de toneladas por año de carne de cerdo, siguiendo en orden de importancia la Unión Europea y Estados Unidos que son otros de los grandes productores y exportadores mundiales.

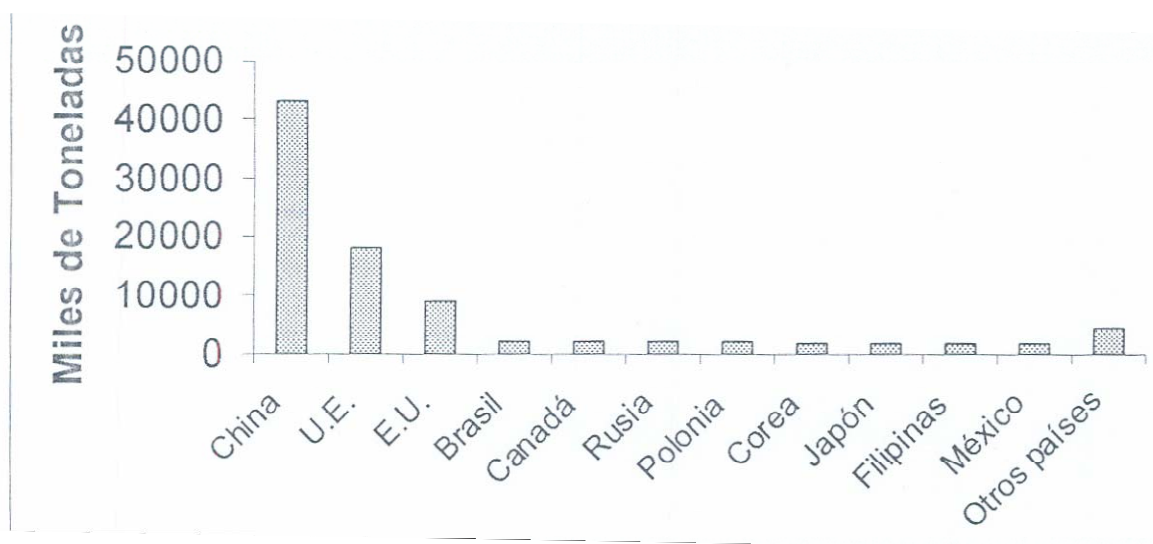


Figura 2. Principales países productores de carne de cerdo en el 2002.

Fuente: Porcicultura (2002).

Informes publicados por Agro cadenas (2003) revelan que el consumo promedio de carne de cerdo es de 14.81 kilogramos por persona por año ocupando el primer lugar a nivel mundial, le sigue en orden de importancia el consumo de carne de aves cuyo consumo mundial es en promedio de 9.61 kilos por persona por año, ocupando el último lugar con un promedio levemente inferior al de las aves, la carne de bovinos (9.34 kilos por persona por año).

Las tendencias en el mercado productivo de alimentos pecuarios como la carne de cerdo han presentado un balance positivo en relación a la producción de otras carnes en el mundo. En la figura I podemos observar como ha alcanzado el segundo mayor incremento en los últimos diez años, con un alza en la producción mundial de un 30% aproximadamente, sólo por debajo de la producción de pollo en el mundo. Sin embargo, cabe destacar que al comparar volúmenes de producción, la carne de cerdo es la que acapara la mayor parte de la producción de carnes, constituyendo casi el 50% de la producción de las tres principales carnes en conjunto a nivel mundial.

En la figura 3 se observa la evolución que ha sufrido la producción de cerdos por continente en los últimos 6 años, siendo notorio que el máximo crecimiento se ha presentado en Asia, seguido por América, por lo que se puede determinar la importancia que esta representa dentro de la dieta de la población de cada uno de los continentes.

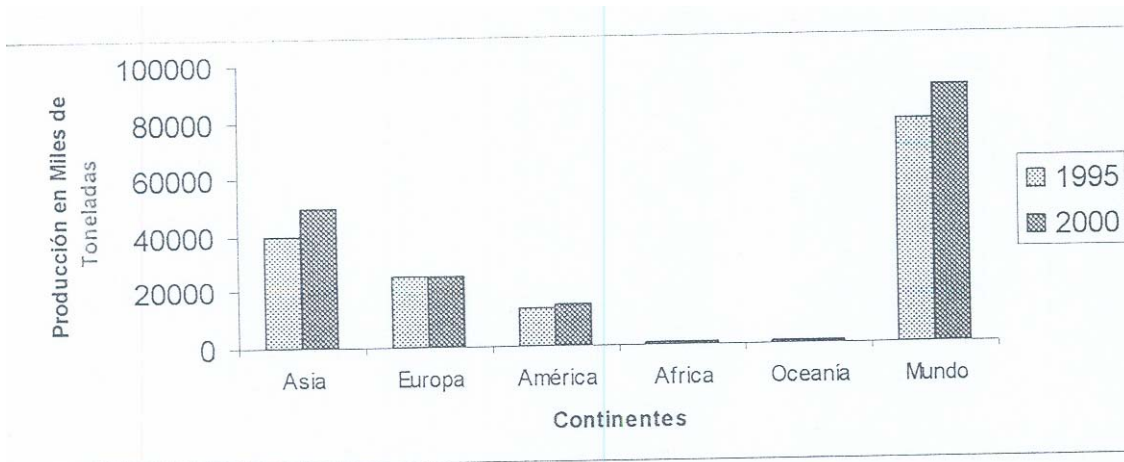


Figura :3. Evolución de la producción mundial de cerdos por continente (1995-2000).

Fuente: Porcicultura (2003).

Íntimamente relacionado con la figura anterior se observa en el cuadro 2 como el consumo a nivel mundial de carne de cerdo está aumentando con el paso de los años, diferenciando que en un lapso de tiempo de 6 años la demanda ha aumentado en 21 %. Por lo que se considera a este alimento como un producto de alta demanda, y que en la actualidad está ganando mercado rápidamente.

Cuadro 2. Consumo mundial de cerdo.

(1,000 TM carne canal)

PAIS	1996	1997	1998	1999	2000	2001
EE.UU.	7,618	7,629	8,304	8,596	8,449	8,588
Canadá	897	893	955	996	965	980
México	906	950	989	1,046	1,150	1,210
Brasil	1,554	1,487	1,612	1,750	1,822	1,910
VE	15,036	14,782	15,603	16,060	16,023	16,153
Hunl!ría	395	415	374	415	364	417
Polonia	1,592	1,329	1,884	1,989	1,849	1,859
Rumania	395	295	341	335	302	300
Rusia	2,149	2,069	1,884	1,989	1,849	1,859
República de China	31,390	35,826	38,714	40,020	41,630	43,260
Taiwán	897	860	971	948	951	965
Japón	2,119	2,079	2,090	2,150	2,165	2,215
Korea	871	867	940	983	1,057	1,153
Filipinas	866	905	940	993	1,025	L075
Otros países	2,398	2,448	2,464	2,437	2,382	2,426
TOTAL	69,080	72,830	77,660	80,270	81,664	83,930

Fuente: Martínez (2002).

2.2 PROCESO DE SACRIFICIO DE CERDOS

2.2.1 Manejo del cerdo antes del sacrificio

El cerdo es un animal muy susceptible al estrés y esta característica está muy ligada con la calidad de la carne a obtener durante de cada animal. Según Quijano (1990), debido a lo anterior y a aspectos fitosanitarios todo cerdo debe cumplir con una serie de requisitos para poder entrar a sacrificio, entre los cuales tenemos:

- El cerdo deberá tener aspecto sano y actividad motriz normal.
- Su temperatura corporal deberá estar entre 38 Y 40°C.
- Su respiración, para considerarse normal, deberá ser aproximadamente de 12 rpm.
- El cerdo deberá tener entre 8 y 12 meses de edad.
- Su peso deberá ser de 80 a 100 Kg. aproximadamente.
- El cerdo debe someterse a una dieta de agua, durante un periodo de 24 a 36 horas.

2.2.2 Recepción y reposo

SegÚn Asdruballi y Stradelli (1969), todo animal debe llegar al matadero ya sea caminando o haciendo usos de medios comunes de transporte, como son los camiones, el ferrocarril o los barcos, pero en ambos casos debe ser capaz de moverse por si solo al

llegar al matadero. Además se debe asegurar por medio de entidades o la administración de los mataderos de que los animales lleguen en el medio de transporte que tenga las mejores condiciones, sin que los animales sufran dolor o malos tratos. A pesar de esto no es raro observar la llegada al matadero de animales fatigados a causa de viajes largos e incómodos, así como también animales golpeados y enfermos. En todo caso se recomienda el reposo de los animales con un mínimo de 20-24 horas antes de la matanza, en lugares que cumplan con todas las condiciones de que aseguren un descanso restaurador.

2.2.3 Sacrificio y limpieza

Para la matanza de los animales se deben adoptar procedimientos de insensibilización (acción por medio de la cual se induce rápidamente a un animal a un estado de inconciencia (Norma Mexicana, 1996) adecuados para producir la muerte del modo más rápido posible y para ello existen diferentes procesos: 1) explosivos con proyectil prisionero; 2) electro narcosis; que consiste en el cruce de una cantidad de corriente eléctrica a través del cerebro durante un tiempo suficiente; 3) suministro de anhídrido carbónico (70% de CO₂ y 30% de aire) en un cuarto por quince a veinte segundos; 4) método de choque eléctrico en la parte posterior a las orejas del animal (Asdruballi y Stradelli, 1969).

Según Quijano (1990), lo primero que se debe realizar es introducir al animal, sin excitarlo, en una prensa o trampa y, con cuidado, sujetado de la cabeza a la trampa para impedir que se mueva. Una vez realizado lo anterior se deben seguir los pasos descritos a continuación:

1. Aplicar la descarga eléctrica por medio de dos electrodos colocados en la parte trasera de las orejas del animal, durante un lapso de 3 a 5 segundos, dependiendo del tamaño del animal.
2. Inmediatamente después de la descarga, se levanta al animal por las patas traseras y se le corta la yugular antes de que recobre la conciencia. El sufrimiento del animal ocasiona emisiones glandulares que distorsionan el sabor y la calidad de la carne.

2.2.4 Corte de yugular y desangrado

La muerte de los animales de abasto es consecuencia de la sangría a la que se deben someter todos los animales. La sangría se practica generalmente cortando ampliamente los gruesos vasos del cuello. Tanto desde el punto de vista higiénico-sanitario, como bajo el aspecto comercial de las carnes, la sangría es extremadamente importante. En efecto, a la ejecución correcta y racional de esta operación se hallan ligados el aspecto normal de las carnes, la duración de su conservación y el grado de contaminación microbiana (Asdruballi y Stradelli, 1969).

Según Quijano (1990), para llevar a cabo de manera correcta la sangría se deben seguir los siguientes pasos:

1. Coloque el cerdo a unos 60 cm. de altura, en posición vertical, atado de los meta torzales y con el vientre de frente al operador.
2. Introduzca, con un movimiento rápido, el cuchillo a 5 cm. de la primera parte del esternón (en el plano medio).
3. Inserte el cuchillo en un ángulo de 45°. Coloque el mango del cuchillo a la altura de la parte posterior del animal; mueva el cuchillo hasta que el mango alcance la parte anterior del animal, y luego retírelo. Coloque un recipiente a unos cuantos centímetros de la herida para recoger la sangre.
4. Un desangrado total tarda aproximadamente entre unos 6 y 8 minutos.

2.2.5 Escaldado

Según Asdruball i y Stradelli (1969), el depilado del animal se realiza escaldando el mismo en una maquina escaldadora. La cual se suple con agua a una temperatura de 63°C y haciendo uso de paletas en movimiento continuo se le da vuelta al animal, con el propósito de separar el pelo de la piel. Posteriormente, se realiza un repaso manual haciendo uso de cuchillos bien afilados para eliminar pelos residuales adheridos a la piel. Finalmente se flamea la canal.

Según Quijano (1990), para realizar un depilado correcto se deben seguir los siguientes pasos:

1. Coloque el animal en una mesa para depilación.
2. Extraiga las pezuñas con un garfio, escaldándolas previamente. Para facilitar la tarea puede cortar las manos y patas previamente, escaldándolas por separado.
3. Utilice un depilador o un raspador de campana. Depile al animal primero con movimientos horizontales y luego circulares. Si no cuenta con instrumentos adecuados, puede usar cuchillos, siempre y cuando no se corte la piel del animal.
4. Haga una incisión de 5 cm.; descubra con los dedos los tendones del cerdo para que, subsecuentemente pueda enganchar y levantar la canal. 5. Levante la canal.
6. Queme ligeramente las cerdas que hayan quedado sobre la piel, sobre todo en las patas y la cabeza.
7. Lave perfectamente la canal.

2.2.6 Eviscerado

El procedimiento técnico de la evisceración comprende la incisión de la pared abdominal inferior y de los tejidos de la región inferior del cuello; la sección de la sínfisis isquio-pubiana y del esternón; la extracción de los órganos contenidos en la cavidad de la pelvis, del abdomen y del tórax. Todos estos se realizan en tiempos y con modalidades diversas según la especie y la edad de los animales. Inmediatamente después durante el transporte

se realiza la separación de la cabeza en una zona próxima donde se realizó la sangría, luego se desprenden las patas (Asdruballi y Stradelli, 1969).

Según Quijano (1990) los pasos a seguir para realizar una evisceración correcta son los siguientes:

1. Coloque la canal en posición vertical. El cerdo deberá abrirse de piernas, y con la cabeza hacia abajo.
2. Al terminar el depilado, deberá lavarse toda la canal antes de proceder a realizar la evisceración del animal. Cuide que no queden residuos de pelo o suciedad de cualquier clase, a fin de evitar la contaminación de las partes internas.
3. Si el animal es macho, haga una incisión del ano hasta la terminación del pene. Extraiga completamente el cordón espermático hasta la terminación del pene. Corte cualquier residuo de grasa o piel del escroto.
4. Si el cerdo es hembra, abra el abdomen de arriba abajo, procurando no cortar los intestinos y no derramar su contenido sobre la canal, ya que se trata de un líquido de olor penetrante que podría alterar la calidad de la carne.
5. Enseguida extraiga las vísceras intestinales (intestino delgado, estómago, intestino grueso, bazo y peritoneo - tela o grasa que une a los intestinos).
6. Retire la vesícula biliar con todo cuidado para no derramar su contenido. Su fuerte sabor amargo, alteraría notablemente la calidad de la canal.
7. Extraiga el hígado (asadura), el pulmón y el corazón, cortando toda la extensión del diafragma de tal forma que quede prendido a las vísceras. Haga el corte final a nivel de la epiglotis para que extraiga, al mismo tiempo, todos los órganos del animal (faringe, esófago, tráquea, pulmón, corazón, hígado, etc.).
8. El aprovechamiento óptimo de los órganos del animal implica una limpieza muy cuidadosa, sobre todo de los intestinos o tripas, y del estomago o morcón.
9. La cabeza quedará unida a la canal, a menos que se desee separarla. Para desarticularla de las vértebras, haga un corte transversal.
10. Los intestinos se lavan perfectamente y se sumergen en agua fría con sal y vinagre; el día siguiente se sacan y se escurren a fin de utilizarlos como tripas frescas para el empaque de embutidos.

2.2.7 División de canales

Para hacer más fácil el transporte de las canales en el matadero es necesario dividir las a lo largo de la columna vertebral, de manera que se forman las denominadas medias canales. Para el corte de las canales se utilizan hachas comunes o bien sierras eléctricas. Con las sierras eléctricas el corte de la columna vertebral es rápido y perfecto, por lo que se recomienda su empleo bajo todos los aspectos. Sin embargo, se debe evitar *el* ennegrecimiento que el metal provoca sobre los huesos segados. Se debe prohibir *el* uso del hacha y de cepos de madera (Asdruballi y Stradelli, 1969).

2.3 SUBPRODUCTOS DEL SACRIFICIO DE CERDOS

Aparte de la canal de cerdo, durante el sacrificio de éste se obtienen un gran número de subproductos que representan un beneficio considerable para la industria cárnica, entre ellos tenemos:

2.3.1 Tripas

Del sacrificio de cada 100 cerdos se obtiene aproximadamente 2,500 metros de tripas que van desde un diámetro de 26 mm hasta unas con diámetro mayores a 40 mm que pueden ser utilizados en la industria como funda de embutidos (Fischer *et al.*, 1974).

2.3.2 Sangre

Como consecuencia de su elevado contenido proteico, la sangre se destina a la alimentación del hombre (preparación de embutidos y productos diversos), así como a la fabricación de concentrados para animales. La cantidad de sangre obtenida de los animales depende especialmente de la edad, volumen corporal y estado de carnes (Fischer *et al.*, 1974).

Del sacrificio de cada 100 cerdos que en total pesan 1,200 kilos se obtiene aproximadamente entre 37.2 Y 43.2 kilos de sangre, representado un porcentaje entre 3.1 Y 3.6 de peso vivo del animal (Fischer *et al.*, 1974).

La sangre es utilizada para la elaboración de productos cárnicos, en la elaboración de concentrados para alimento de animales y para la extracción de plasma sanguíneo. Además por medio de la ultra filtración se pueden obtener proteínas, tanto del plasma como de los componentes celulares de la sangre (FolTest *et al.*, 1979).

2.3.3 Vísceras

En el cuadro 3 podemos observar el valor nutritivo de ciertas vísceras del cerdo. Todas representan fuentes importantes de proteína, por lo que se pueden vender como producto fresco o utilizar como materia prima para la elaboración de productos ricos en proteínas.

Cuadro 3. Valor nutritivo de las vísceras más importantes del cerdo.

Vísceras	Proteína	Grasa	Carbohidratos	Agua	Sales minerales
Corazón	18.0	5.0	0.3	77.0	1.0
Pulmones	19.0	2.0	0.6	79.0	1.9
Hígado	20.0	5.0	3.3	71.0	1.6

Fuente: Fischer *et al.* (1974).

Según Fischer *et al.* (1974), las vísceras son un componente importante dentro del peso del animal, representando en conjunto casi un 6 % del peso vivo de cerdos, por lo que se consideran en conjunto un componente de mucho valor como subproducto del proceso de sacrificio.

Cuadro 4. Participación de las vísceras (en %) en el peso vivo del animal.

Vísceras	Cerdo	Vacuno Mayor	Ternera	Oveja
Corazón	0.5	0.6	0.6	0.3
Hígado	1.4	0.5	1.2	1
Bazo	2.6	0.7	1.6	1.3
Pulmones	1.5	3	1.2	2.3
Total	6	4.8	4.6	4.9

Fuente: Fischer *et al.* (1974).

2.3.4 Cabeza

La cabeza de cerdo es uno de los subproductos más apetecidos por los consumidores, ya que este se utiliza grandemente en la industria cárnica para la elaboración de embutidos, además para la elaboración de una gran variedad de recetas para el deleite de la familia (El Colmadito, 2001).

2.3.5 Patas

Las patas de cerdo al igual que la cabeza son utilizadas para la elaboración de comidas caseras en los hogares (El Colmadito, 2001).

2.3.6 Estómago

Según Aberle *et al.* (2001), el estómago limpio es utilizado como materia prima o funda en la elaboración de embutidos. Un producto característico por ser enfundado en el estómago es el "The fillet pig stomage", tradicional de la zona de Pensilvania en Estados Unidos (Forrest *et al.*, 1979).

2.3.7 Desechos de tripas y estómago

Los desechos que contienen las tripas se utilizan como abonos orgánicos en plantaciones agrícolas y como alimento para la industria piscícola ya que son requeridos para la alimentación de algas en las piscinas de producción. Los desechos del estómago son ricos

en ácido clorhídrico por lo que se pueden tratar de purificar dicho ácido a partir de estos (Grummer y Peters, 1963).

2.3.8 Pelos y pezuñas

De los pelos o cerdas se elaboran cepillos, mientras que las pezuñas son utilizadas para la elaboración de artesanías (Terra Networks, 2003).

2.3.9 Grasa abdominal visceral

Se emplea como sustancia grasa para freír y también como ingrediente para la elaboración reposterías (Grummer y Peters, 1963).

En general la composición porcentual de la canal y los subproductos del cerdo son los siguientes:

Cuadro 5. Composición física del cerdo.

Componente	Callen (1997)	Flores y Agraz (1992)	Whittemore (1996)
Sangre	4	---	---
Pelos y Pezuñas	---	0.75	---
Vísceras	---	4.35	---
Tripas, Estómago, Traquea y Pulmones	---	12	---
Grasa Abdominal Visceral	---	1.5	---
Cabeza	5.1	---	---
Restos de Degollado	---	2	---
Patatas	2.5	---	---
Mermas	1.6	---	---
Canal	---	---	75

Fuente: Callen (1997); Flores y Agraz (1992); Whittemore (1996)

2.4 CADENAS DE LA CARNE POSTSACRIFICIO

En la producción de carne existen diferentes cadenas por las que se puede llevar a cabo el proceso después del sacrificio del animal. Dependiendo el uso que se le va a dar a la carne y a los medios con que cuente el productor se determina la cadena a seguir. La carne de cerdo así como la carne de otros animales luego de pasar por la sala de sacrificio del

animal puede tomar uno de tres caminos en la cadena de la carne (Figura 4), ya sea pasar a las manos de distribuidores mayoristas que se encargan de comprar la carne en volúmenes altos y cuentan con cámaras de refrigeración y un mercado fijo al cual suplir su demanda, sirviendo este únicamente de intermediario y obteniendo una ganancia. Otra de las opciones es la adquisición por parte de compradores minoristas que sirven de puente entre el rastro y el consumidor final obteniendo igualmente una ganancia de este proceso. Para concluir la carne puede tomar el rumbo de la elaboración de embutidos por parte de la agroindustria ya que en la actualidad representa una materia prima necesaria y de mucha importancia para la elaboración de estos productos que suplen el mercado de consumidores de embutidos, además de esta manera el ciclo de vida de la carne se alarga y se genera un valor agregado a la producción de carnes importantísimo, constituyendo un ingreso adicional a la economía mundial.

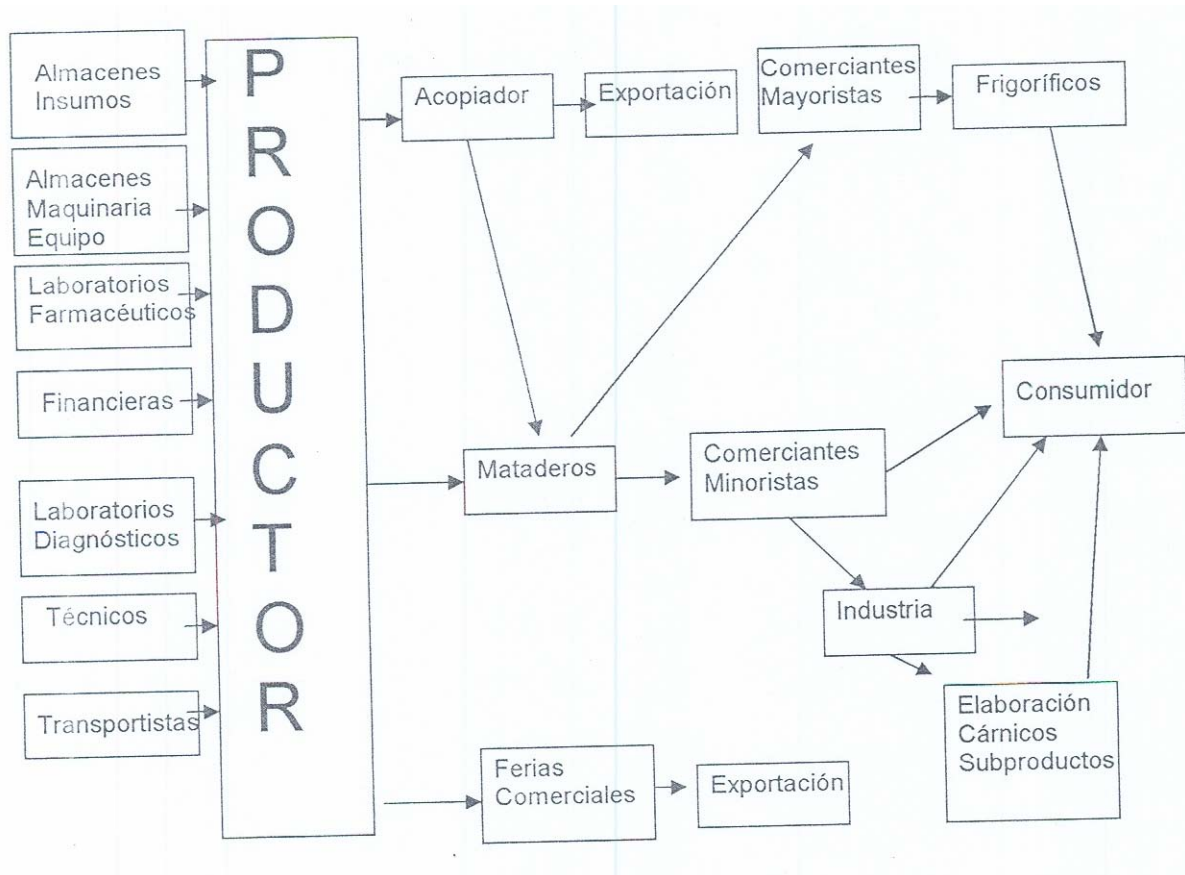


Figura 4. Estructura del mapa de la cadena agroindustrial de la carne.

Fuente: Martínez (2002)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN

El estudio se realizó en la Planta de Cárnicos de la Zamoempresa de Lácteos y Cárnicos de Zamorano, localizada en el Departamento de Francisco Morazán, a 32 Km. al este de Tegucigalpa, Honduras.

3.2 MATERIALES

3.2.1 Materiales

Cerdos para sacrificio
Calculadora
Agua
Detergente
Cuchillos
Cloro
Balde de 20 galones
Panas plásticas
Libreta de apuntes
Papel blanco
Marcadores para animales
Mangueras
Escobas
Saco
Bolsas
Lápices
Recogedor de basura
Fotocopias
Fólder
Tablero de apuntes
Disquetes
Tinta para impresora

3.2.2 Equipos

Escaldadora de cerdos
 Sierra para cortar canales
 Aturdidor eléctrico
 Balanza romana
 Grúa para el transporte de cerdos
 Ganchos para cerdos y canales
 Balanza electrónica para el pesado de canales
 Impresora
 Computadora
 Balanza de 100 Kg
 Carro transportador de panas
 Carro para el transporte de vísceras
 Carro para desviscerar
 Gabacha
 Casco
 Mascarilla

3.2.3 Personal

El personal que colaboró con este estudio fueron los empleados de la planta de cárnicos y los alumnos de segundo año del módulo de cárnicos de Zamorano.

3.3 METODOLOGÍA

La recolección de datos se realizó con 60 cerdos resultantes del cruce de las razas y orshire y Landrace, producidos en la Unidad de Cerdos de Zamorano bajo factores de manejo y régimen nutricional de animales para sacrificio.

Después de determinado el número de animales, la recolección de los datos se dividió en cinco animales cada miércoles de sacrificio en la planta, por lo que se trabajó por un período de tres meses en la toma de los datos. Durante la toma de los mismos se contó con la ayuda del personal de la planta y de los estudiantes de segundo año que asistían al modulo de trabajo, su ayuda consistió en facilitar el proceso de recolección y de apoyo a ésta actividad. .

Para el desarrollo del proyecto especial se siguieron los siguientes puntos:

- . Determinación de animales a utilizar.
- . Sacrificio y pesado de cada subproducto del cerdo y su análisis estadístico.
- . Realización de base de datos.

3.3.1 Determinación de número de animales a utilizar

Para la determinación de la cantidad de animales a utilizar se hizo uso de la siguiente formula:

$$n = \frac{n'}{1 + \frac{n'}{N}}$$

Donde $n' = \frac{S^2}{V^2}$

N = tamaño de la población de 70 animales que se determinó como el promedio de animales sacrificados en el rastro mensualmente durante los últimos dos años.

V² = varianza de la población, definido como el cuadrado del error estándar.

S² = varianza de la muestra expresada como la probabilidad de ocurrencia

de y.

n' = tamaño de la muestra sin ajustar.

n = tamaño de la muestra.

S² = P (1 - p)

Donde p es igual a la probabilidad, determinada en 0.90.

Para la determinación del número de cerdos se realizaron los siguientes cálculos:

N=70

$$S^2 = 0.9 (1 - 0.9) = 0.09$$

$$V^2 = (0.015)^2 =$$

$$0.000225$$

$$n' = \frac{0.09}{0.000225} = 400$$

$$n = \frac{400}{1 + 400/70} = 60 \text{ animales}$$

3.3.2 Sacrificio y pesado de cada subproducto del cerdo

Una vez que se determino el número de animales a utilizar, se siguió un procedimiento para la toma de datos en la Planta de Cárnicos de Zamorano, el cual fue el siguiente:

1. **Pesado de los animales en ayuna:** se hizo uso de una balanza romana en la cual se introdujo al animal limpio, luego se tomaba el peso y se enumeraba éste con un marcador de animales, posteriormente el animal era liberado y se procedía con el siguiente animal.
2. **Aturdimiento:** para ello, con los animales seleccionados previamente y en el orden en que estaban enumerados se esperaba que estuviera en una posición relajada, luego se le colocaba el aturdidor eléctrico, a un voltaje de 110 Y un amperaje entre 360 - 400 en la parte posterior de las orejas del animal por espacio

de tres a cinco segundos hasta que el animal estuviera inconsciente. Inmediatamente después se colgaba el animal con un tecele.

3. **Degollado y Desangrado:** una vez que el animal estaba colgado de la grúa, se procedía con un corte a nivel de la yugular a una distancia de dos a tres centímetros del esternón, realizando una herida con un cuchillo limpio y filoso con una inclinación de 45° hacia arriba, lo suficientemente grande como para permitir un desangrado rápido del animal. En este paso se obtenía el primer subproducto del sacrificio como lo es la sangre. Para recolectar la sangre se colocaba un balde de plástico a unos tres centímetros de la herida por espacio de tres a cinco minutos. Inmediatamente después se pesaba la misma en la balanza de 100 Kg. Y se registraba el peso.
4. **Escaldado:** el animal lavado se introdujo en la maquina escaldadora con agua a 63 °C por un periodo de tiempo de tres minutos. Una vez que el animal salía de la escaldadora se recogía el pelo de la misma haciendo uso de una pala, un saco y una bandeja plástica. Además al salir se terminaba de quitar el pelo al animal manualmente haciendo uso de cuchillos bien afilados y las pezuñas por medio del uso de un garfio, para luego dejarlos secando al sol y pesarlos posteriormente.
5. **Eviscerado y flameado:** una vez limpio el animal se coloca en una carretilla con las patas hacia arriba, luego se procede a realizar un corte paralelo a la columna en la parte inferior del animal desde el esternón hasta el ano. Una vez realizado lo anterior, el animal es colgado de una grúa y se sacan las vísceras, tripas y grasa abdominal visceral de la parte interior del animal. Luego se le da un flameado suave para eliminar una pequeña cantidad de vellos que por lo general quedan en el cuerpo del animal después del escaldado. Inmediatamente se corta la cabeza del animal. Luego cada uno de los componentes es colocado en bandejas y pesados.
6. **Corte de la Canal:** para llevar a cabo este paso se hizo uso de una sierra trifásica para cortar canales de un voltaje 230. El animal es abierto de las patas posteriores e inmediatamente después se hace el corte a través de toda la columna de éste, comenzando de la parte posterior del animal y terminado a nivel del tórax y cuello, donde ha sido removida la cabeza con anterioridad. Luego se eliminan las patas traseras de animal realizando un corte entre los metatarsos y el tarso central, y las delanteras realizando el corte entre el radio y los carpas. Además se eliminan toda la carne con mala apariencia y alguna cantidad de sangre coagulada que se obtienen del corte de la canal a nivel de cuello y por el corte del degollado. Cada uno de los anteriores es colocado en bandejas y pesado individualmente.
7. **Pesado de la Canal:** las canales son previamente lavadas y dejadas en reposo por espacio de 1 hora para escurrir el agua adherida del lavado, luego ambas son colocadas sobre el espacio de la balanza de carril y es tomado su peso.
8. **Mermas:** Para la toma de éste se restó al peso del animal vivo, el peso de los demás datos obtenidos. Las mermas son pérdidas de peso que sufre el animal una vez que esta en la línea de proceso, principalmente es agua y pequeñas cantidades de sangre que caen al piso, también se encuentran pequeñas partículas de carne u otro compuesto que se pierden al caer al piso.

Los resultados obtenidos de la toma de datos se sometieron a un análisis de varianza (ANDE V A).

3.3.3 Base de datos

Una vez con el resultado estadístico de porcentajes de cada componente del cerdo, se procedió a la creación de una base de datos en el programa Access de paquete Office, iniciando la base de datos con los 60 animales utilizados para la realización del proyecto. Para su manejo el operario sólo debe introducir los datos de peso del animal vivo y el programa inmediatamente registra un número distinto para cada subproducto de acuerdo al peso del animal vivo, además se puede consultar las cantidades en períodos de tiempo.

4. RESULTADOS y DISCUSIÓN

4.1 PORCENTAJES DE PIEZAS

La metodología utilizada en este estudio permitió conocer el valor porcentual de cada uno de los componentes que se derivan del cerdo a la hora del sacrificio en la planta de cárnicos de Zamorano.

En el Cuadro 6 se muestran los resultados con relación al porcentaje que representan cada uno de los productos y subproductos del sacrificio del cerdo, estimados con la base de datos obtenidos del sacrificio de 60 cerdos provenientes de la unidad productora de cerdos de Zamorano.

Cuadro 6. Resultados finales de la composición física del cerdo.

Variable	% del Cerdo
Sangre	3.85
Pelos/Pezuñas	0.78
Vísceras	4.51
Tripas, Estómago, Traquea y Pulmones	9.46
Grasa Ad. Visceral	1.10
Cabeza	7.28
Restos de Degollado	0.70
Patas	1.67
Mermas	0.75
Canal	69.90
Total	100 %

Algo importante de notar es que a la hora del sacrificio de los cerdos se obtienen nueve diferentes subproductos que de una u otra manera pueden llegar a ser una fuente de ingreso para la planta, ya que actualmente no se saca provecho de la mayoría de ellas.

Es de mucha importancia observar en los resultados el bajo rendimiento (69.9%) aparente de la canal de cerdo en Zamorano comparándola con canales de cerdo producidos en otras áreas donde la canal representa en promedio un 75% del peso vivo del animal. La diferencia radica en que en el peso de la canal de cerdo en Zamorano no se incluyen los cachetes ni las patas los cuales si son incluidos en otras plantas.

En los cuadros 7 y 8 se muestran los resultados de los análisis estadísticos de los datos, en los que se denotan las diferentes variables para cada uno de ellos.

Cuadro 7. Resultados análisis estadísticos 1.

Variable	Sangre	Pelos y Pezuñas	Vísceras	Tripas, Estómago, Traqueas y Pulmones	Grasa Abdominal Vísceras
N	55	53	60	60	51
Media	3.85	0.76	4.51	9.45	1.10
Desviación Estándar	0.41	0.11	0.46	0.98	0.16
Coefficiente de Variación	10.73	14.86	10.21	10.37	14.56
Varianza	0.17	0.01	0.21	0.96	0.02
Error Estándar de la Media	0.55	0.01	0.05	0.12	0.02
Mediana	3.88	0.76	4.54	9.67	1.10
Moda	3.53	0.80	4.82	8.45	1.01
Rango	1.47	0.43	1.94	4.47	0.56

Cuadro 8. Resultados análisis estadísticos 2.

Variable	Cabeza	Restos de Degollado	Patas	Mermas	Canal
N	60	50	60	56	60
Media	7.27	0.67	1.67	0.75	69.89
Desviación Estándar	0.42	0.16	0.17	0.11	1.39
Coefficiente de Variación	5.85	23.50	10.39	14.05	1.99
Varianza	0.18	0.02	0.03	0.01	1.93
Error Estándar de la Media	0.05	0.02	0.02	0.01	0.18
Mediana	7.32	0.63	1.64	0.73	69.75
Moda	6.96	0.49	1.51	0.66	67.38
Rango	2.07	0.48	0.57	0.35	5.96

En el caso de la sangre el resultado obtenido nos dice que ésta representa el 3.85% del animal, con un coeficiente de variación de 10.73. Callen (1997) reporta que la sangre representa en promedio un 5% del peso vivo del cerdo. La discrepancia se puede adjudicar al hecho que el método utilizado para la extracción no es el más adecuado, ya que permitía un ligero derrame de sangre dependiendo del corte realizado al animal y éste está muy relacionado con el nivel de especialización de la persona para realizarlo. Para evitar dichas pérdidas se recomienda el uso de un cuchillo especial de uso industrial que posee la adaptación de una manguera por la que se permite el paso de la sangre al momento del degollado, de esta manera se garantiza una recolección casi total del líquido sin contaminación alguna. Con el promedio obtenido de 3.85% y con un sacrificio anual de

cerdos de 827 animales en promedio, de 100 kilogramos cada uno de recolectarla se obtendrían aproximadamente 3,183.95 kilogramos de sangre anualmente.

De la variable pelos y pezuñas se obtuvo como resultado que estos representan el 0.78% del peso del animal, con un coeficiente de variación de 14.86. La recolección de éstos presentó un problema, ya que no se cuenta con un método adecuado. Ambos pesos se incluyeron dentro de la misma variable considerando que son recolectados en la misma parte del proceso de sacrificio y que entre ambos representan un componente mínimo dentro del peso del animal.

En el caso de los restos de degollado 0.70%, su valor fue el menos consistente, resultando con un coeficiente de variación alto (23.5%), pudiéndose deber esto a que la mayor parte de este componente se extrae del espacio que rodea el área de degollado del animal, y en ello no existe una técnica similar por parte de los operarios y estudiantes de la planta, para la realización del corte, y de ello depende la cantidad de desechos de degollado que se obtienen. Esta variable consiste básicamente de todo la materia que se extrae después de dividir las canales a la altura del cuello del animal. A este nivel se produce carne dañada por el mal procedimiento del degollado, además se almacena en esta área una cantidad considerable de coágulos de sangre que dan una mala imagen a la carne que los contiene.

La variable grasa abdominal visceral que representa un 1.10% del peso vivo del animal presentó un coeficiente de variación de 14.56, consideramos que esta alta variación se debió a la distinta experiencia de cada persona para extraerla del animal y a que se realiza manualmente, resultando en algunos casos en pequeñas cantidades de ésta que quedan adheridas a la canal.

Las mermas en el proceso 0.75%, luego de su análisis este presentó una variabilidad de 14.05.

Con respecto a la diferencia del tamaño de la muestra se puede decir que esta se debe a la eliminación que se hizo de datos que presentaban una distribución fuera de lo normal dentro de la curva de dispersión, esto consideramos se debió a las diferencias para trabajar que existen entre los empleados y los estudiantes.

4.2 BASE DE DATOS

Esta se realizó en el programa Access del paquete Office, para ello se contó con los datos obtenidos del análisis estadístico de los 60 cerdos utilizados para la realización del estudio. La forma de operación de la misma consiste en introducir el peso en pie del animal en una hoja electrónica y el programa automáticamente registra por fecha la cantidad de cada subproducto que debería obtenerse durante ese día. La función principal de la misma es proveer una fuente de información que nos permita tomar decisiones acerca de la disponibilidad de uso o no de un componente en particular, además será una fuente continua de información que le permitirá al gerente de la planta o de la Zamoempresa la toma de decisiones sobre el cambio o no de un proceso y/o la utilización o no de un componente.

5. CONCLUSIONES

- La canal resultante de la matanza de cerdos provenientes de los cruces de las razas y orshire y Landrace representa casi un 70% de su peso vivo bajo las condiciones de manejo de Zamorano.
- La sangre representa casi un cuatro por ciento del peso vivo del animal y con la cantidad de animales sacrificados en la planta, se obtienen volúmenes considerables de la misma.
- Debido a los altos porcentajes de subproductos no utilizados por la planta y que los mismos son desechados se determina que la contaminación de sólidos y líquidos es alta.
- Con la base de datos creada se podrá contar a futuro con la información de producción de cada subproducto del sacrificio del cerdo, permitiendo visualizar y analizar mejor la información para la toma de decisiones.

6. RECOMENDACIONES

- Comercialización de los subproductos del proceso de sacrificio de cerdos no utilizados para la reducción de la contaminación ambiental de la zona y la generación de ingreso para la planta.
- La realización de un estudio para la determinación de un sistema de tratamiento de desechos.
- La realización de un estudio en el que se determine las cantidades de desechos en las tripas y estómago.
- Evaluar los métodos para la recolección de los pesos de pelos y pezuñas y sangre.
- La realización de un estudio similar en bovinos para un mejor control en la planta de cárnicos.
- La realización de un estudio económico para la determinación de la rentabilidad adquirida en el proceso de sacrificio de cerdos y la posibilidad de un estudio similar en bovinos y pollos para el tratamiento en conjunto de la sangre obtenida de los mismos.
- El ingreso de los datos de cada sacrificio para una mayor confiabilidad de la información disponible en la base de datos, ya sea para estudios posteriores y toma de decisiones.
- La realización de un estudio de balance de materia en la canal de cerdos para la determinación del rendimiento en carne y huesos.
- El trabajo realizado sirve de cimiento para la realización de estudios posteriores tanto en el área de producción como en la de manejo ambiental.

7. BIBLIOGRAFIA

ABERLE, E.; FORREST, J.; GERRARD, D.; MILLS, E. 2001. Principles of Meat Science. Editorial Kendal/Hunt. Iowa, Estados Unidos. 354 Pág.

AGROCADENAS. 2003. Exploración de Mercados. En línea. Consultado el 29 de julio del 2003. Disponible en www.agrocadenas.gov.co

EL COLMADITO, 2001, Recetas de Productos de Cerdos. En línea. Consultado el 5 de septiembre del 2003. Disponible en www.elcolmadito.com

FISCHER, R; NOACK, K; PFEIL, W. 1974. Industrias Cárnicas, Calculando Cortes y Rendimientos. ACRIBIA. Zaragoza, España. 137 Pág.

FLORES, I.; AGRAZ, A. 1992. Ganado Porcino. LIMUSA, S.A. de CV. México D. F., México. 277 Pág.

FORREST, I.; ABERLE, E.; HENDRICK, H.; JUDGE, M.; MERKEL, R. 1979. Fundamentos de Ciencia de la Carne. ACRIBIA. Zaragoza, España. 364 Pág.

GRUMMER, R.; PETERS, W. 1963. Ganadería Productiva. Dante. México D. F., México. 445 Pág.

HERNÁNDEZ, R. 1999. Metodología de la Investigación. Mc Graw Hill Interamericana. México D. F., México. 546 Pág.

MARTÍNEZ, P. 2002. Servicio de Información Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. En línea. Consultado el 8 de febrero del 2003. Disponible en www.siga.gov.ec

NORMA MEXICANA, 1996. Norma Oficial Mexicana. En línea. Consultado el 25 de agosto del 2003. Disponible en www.ammvepe.com

PORCICULTURA. 2003. Estadísticas porcinas. En línea. Consultado el 9 de febrero del 2003. Disponible en www.porcicultura.com

QUIJANO, H. 1990. Manual de Sacrificio e Industrialización del Cerdo. Trillas. México D. F., México. 41 Pág.

SINGH, R.; HELDMAN, D. 2001. Introduction to Food Engineering. Academic Press, San Diego, Estados Unidos. 659 Pág.

TERRA NETWORKS. 2003. Historia del cerdo. En línea. Consultado el 5 de Septiembre del 2003. Disponible en www.terra.com

WHITTEMORE. C. 1996. Ciencia y Práctica de la Producción Porcina. ACRIBIA. Zaragoza, España. 647 Pág.