



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**



**LICENCIATURA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**“EL EFECTO DEL TRANSPORTE EN EL BIENESTAR ANIMAL Y  
CALIDAD DE LA CARNE DE BOVINO Y PORCINO  
SACRIFICADOS EN EL ESTADO DE QUERÉTARO”**

**TESIS COLECTIVA**

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

**LICENCIADO EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

PRESENTA

**DANIELA GÓMEZ GONZALEZ**

Expediente: 165326

**MARCELA VALADEZ NORIEGA**

Expediente: 165318

DIRIGIDA POR

**DRA. MARÍA CONCEPCIÓN MÉNDEZ GÓMEZ HUMARÁN**

MAYO 2013

QUERÉTARO QRO.

MÉXICO



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Ciencias Naturales  
Medicina Veterinaria y Zootecnia

**“EL EFECTO DEL TRANSPORTE EN EL BIENESTAR ANIMAL Y CALIDAD  
DE LA CARNE DE BOVINOS Y PORCINOS SACRIFICADOS EN EL  
ESTADO DE QUERÉTARO”**

**TESIS**

Que como parte de los requisitos para obtener el título de Licenciado en:

Medicina Veterinaria y Zootecnia

**Presentan:**

Daniela Gómez González

Marcela Valadez Noriega

**Dirigido por:**

Dra. María Concepción Méndez Gómez Humarán

Centro Universitario  
Querétaro, Qro. México

Mayo 2013.

## RESUMEN

El estudio se llevó a cabo en una planta TIF del Estado de Querétaro, durante un periodo de tres años. Para la especie porcina el tiempo promedio de traslado fue de 58 minutos y la distancia promedio recorrida fue de 71Km. El tipo de transporte más utilizado fueron las camionetas Pick Up con un 35%, de los cuales sólo un 24% cuentan con sombra y sólo un 22% utilizó algún tipo de aislante para el piso. Se encontró un 70.20% de los animales fueron trasladados en vehículos con sobrecarga, 15.94% en vehículos con mucho espacio y sólo un 13.85% se trasladaron con el espacio adecuado de acuerdo a su peso. Se registraron 520 muertes relacionadas con el transporte. El tiempo de descarga fue de 9.51 minutos, mientras que el tiempo de descanso antes de la matanza fue de 11.13 horas; el arreo fue ruidoso en un 41%, con golpes en un 27%, y con chicharra un 9%. Se observó la presencia de estrés en el 100% de los porcinos mediante la evaluación de los signos de estrés como: vocalizaciones 36%; reflejo ocular 10%; musculatura tensa 41% y presencia de espasmo respiratorio 47%. El tiempo promedio entre la insensibilización y el desangrado fue de 38.58 segundos, con un promedio de 1.09 cortes para el desangrado. La muerte clínica fue confirmada en solo el 19% de los casos. Las regiones con mayor presencia de lesiones *antemortem* fueron Codillo, Lomo, Costillar y Falda alta; las regiones con mayor presencia de lesiones *postmortem* fueron Pierna, Espaldilla y Miembros locomotores torácicos. Se encontró un 35% de canales PSE, 15% DFD y sólo un 50% de canales con condiciones óptimas de pH a los 45 minutos. Para la especie bovina el tiempo promedio de traslado fue de 1.29 horas y la distancia promedio recorrida fue de 69Km. El tipo de transporte más utilizado fueron las camionetas Pick Up con un 44%, de los cuales sólo un 12% cuentan con sombra y sólo un 20% utilizó algún tipo de aislante para el piso. Se encontró un 86.95% de los animales fueron trasladados en vehículos con sobrecarga, 9.56% en vehículos con mucho espacio y sólo un 3.47% se trasladaron con el espacio adecuado de acuerdo a su peso. El tiempo de descarga fue de 6.37 minutos, mientras que el tiempo de descanso antes de la matanza fue de 2.19 horas; el arreo fue ruidoso en un 54%, con chicharra un 33%, con golpes en un 4% y silencioso 4%. Se observó la presencia de estrés en el 100% de los bovinos mediante la evaluación de los signos de estrés como: vocalizaciones 7%; reflejo ocular 9%; musculatura tensa 40% y presencia de espasmo respiratorio 12%. El tiempo promedio entre la insensibilización y el desangrado fue de 1.02 minutos, con un promedio de 1.9 cortes para el desangrado. La muerte clínica fue confirmada en solo el 36% de los casos. Las regiones con mayor presencia de lesiones *antemortem* fueron Glúteo, Cadera, Pierna y Antebrazo; las regiones con mayor presencia de lesiones *postmortem* fueron Cadera, Glúteo, Pierna, Lomo y Espaldilla. Se encontró un 25% de canales DFD, 1% PSE y un 74% de canales con condiciones óptimas de pH a los 45 minutos. Con base a los resultados es evidente que el establecimiento debe realizar algunos cambios, en primer lugar, capacitar al personal, así como mejorar la infraestructura de las rampas de desembarque, la manga de manejo y el cajón de insensibilizado, para que se garantice el bienestar de los animales y con ello se lograría la mejora en la calidad de la carne y el rendimiento en las canales al evitar decomisos por lesiones, ya que las pérdidas económicas pudieran fluctuar entre los \$450 a los \$ 1001 por canal; generando daños económicos importantes para los consumidores y los grandes compradores de carne.

## ABSTRACT

The research took place in a slaughterhouse on Queretaro City, during a period of three years. For swine, the average time of transportation was 58 minutes, and the average distance was 71 kilometers, while the time for the animal unloading was 9.51 minutes. It was found that 70.20% of the animals were transported with tight densities, 15.94% with too much space and just 13.85% were transported with the correct density. The most common vehicle was the Pick Up truck with 32%, of which only 24% had roof, and just 22% used some type of material to cover the vehicle's floor. There were registered 520 deaths related to the transportation. The rest time before slaughter was 11.13 hours; the handling was done with noise 41%, 27% by hitting the animals, and 9% with the use of prods. The presence of stress was observed in 100% of swine by determining the presence of: insensibility in animals with: 36% of vocalizations, 10% of ocular reflex, 41% with tense muscles and 47% with respiratory spasm. The average time between stunning and bled was 38.58 seconds, with an average of 1.10 stabs for bled. The clinical death was confirmed just in 19% of the cases. The corporal regions with higher presence of damage (*antemortem*) were Shank, Loin, Ribs and Skirt; the corporal regions with higher presence of damage (*postmortem*) were Pork Leg, Pork Shoulder and Forelimbs. It was found that 35% of the carcasses were PSE, 15% DFD and 50% with the optimum conditions of pH 45 minutes *postmortem*. For bovines, the average time of transportation was 1.29 hours, and the average distance was 69 kilometers, while the time for the animal unloading was 6.37 minutes. It was found that 86.95% of the animals were transported with tight densities, 9.56% with too much space and just 3.47% were transported with the correct density. The most common vehicle was the Pick Up truck with 44%, of which only 12% had roof, and just 20% used some type of material to cover the vehicle's floor. The rest time before slaughter was 2.19 hours; the handling was done with noise 54%, 33% with the use of prods, 4% by hitting the animals, and 4% in silence. The presence of stress was observed in 100% of bovines by determining the presence of: 7% of vocalizations, 9% of ocular reflex, 40% with tense muscles and 12% with respiratory spasm. The average time between stunning and bled was 1.02 minutes, with an average of 1.9 stabs for bled. The clinical death was confirmed just in 36% of the cases. The corporal regions with higher presence of damage (*antemortem*) were Buttock, Hip, Beef Leg and Forearm; the corporal regions with higher presence of damage (*postmortem*) were Buttock, Hip, Beef Leg, Loin and Beef shoulder. Based on the results is evident that the slaughterhouse needs to make some changes, in first place, train all the workers, at the same time improve infrastructure of the ramps, races and the stunning box so Animal Welfare could be guaranteed, as a result of that, an improvement in meat quality and carcass yield by avoiding meat confiscations, because economic losses could fluctuate between \$440 to \$1001 pesos per carcass; causing significant economic damages to the consumer and the large buyers. It was found that 25% of the carcasses were DFD, 1% PSE and y 74% with the optimum conditions of pH 45 minutes *postmortem*. Based on the results, is evident that this slaughterhouse needs to improve many changes, in first place, training the workers, as well as fixing the ramps, races and the stunning box, this will ensure the animal's welfare; furthermore, this will improve meat quality and yield as a result of the reduction in confiscations caused by injuries in the carcasses, the economic losses are between \$450 and \$1001 pesos per carcass; generating important economical damages for the consumers and the big buyers.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A mi familia**

*Por siempre demostrarme tu plena confianza en mí, por tu apoyo incondicional y por tus sabios consejos. Porque a pesar de no estar físicamente presente me acompañas y eres mi guía siempre. Te quiero, te admiro y te respeto. Gracias papá.*

*Porque gracias a ti he llegado hasta aquí. Porque con todo el apoyo y cariño que me brindas he logrado cumplir mi sueño. Porque me has enseñado a luchar por lo que quiero y para mi eres un ejemplo a seguir. Te quiero inmensamente. Gracias mamá.*

*Porque son un motor en mi vida, gracias por todo ese apoyo incondicional. Por traer a este mundo esos solecitos que nos llenan de alegría y por brindarme la fortuna de caminar juntos este camino que es la vida. Los amo tanto. Gracias hermanos.*

*Porque has estado conmigo desde el momento en que nací, gracias por brindarme tu cariño y por todo el tiempo que me dedicas, aun ahora; por enseñarme tanto en esta vida. Te quiero mucho. Gracias Ofelia.*

**Daniela**

### **A mis padres**

*Por acompañarme a lo largo de los años, gracias a su apoyo incondicional he logrado conquistar una meta más en mi vida y sé que están preparados para lo que viene adelante, siempre con ese entusiasmo de ayudar en mis dificultades y compartir nuestros logros, ustedes, mi ejemplo a seguir, ¡mis ídolos!*

### **A mis hermanas**

*Con quienes he crecido y compartido tantos momentos en mi vida, hoy y siempre. A ellas agradezco su cariño y su paciencia, he aprendido mucho de cada una Gis y Ceci, siempre contarán conmigo.*

### **A mis tías**

*Lupe, Coco y Chela, que son como mis segundas madres, su amor y su apoyo fueron de vital importancia a lo largo de mi crecimiento y durante estos cinco años en mi Licenciatura siempre estuvieron presentes y al pendiente de lo que pudiera ir mal.*

**Marcela**

### **A nuestros maestros**

*A todos y cada uno de ellos, porque los recordamos con cariño, respeto y admiración; a los que nos vieron llegar y a los que nos hicieron sufrir al final de la carrera. Porque podríamos tener toda la información en nuestras manos, pero sin sus experiencias y sus enseñanzas nuestra formación no estaría completa. Gracias.*

### **A la Doctora Conchita**

*Por todo el apoyo y motivación para lograr nuestra formación profesional, por guiarnos en este proceso y brindarnos su amistad y calor humano, para nosotras en una persona excepcional. Por transmitirnos su pasión y entrega a esta noble vocación y por el honor y privilegio que tenemos hoy de acompañarla en la misión de preservar el Bienestar de los Animales.*

### **A la Licenciada Elba Orozco**

*Por tu apoyo incondicional en este proceso y por tus valiosos aportes a nuestro trabajo. Por transmitirnos ese entusiasmo que nos motiva a seguir adelante. Gracias por unirse voluntariamente a este proyecto.*

### **A nuestros asesores**

*MVZ. Teresa Pérez Resendiz, Dra. Tercia Cesária Réis de Souza, Dr. Diego Braña Varela por su tiempo y conocimientos dedicados a este trabajo, por sus valiosos aportes que nos permitieron llegar al termino de este trabajo, reflejo de todos nuestros logros a lo largo de la carrera.*

### **A la Universidad Autónoma de Querétaro**

*Por abrimos las puertas y darnos la oportunidad de ser parte de esta gran casa de estudios. Por la formación recibida a lo largo de estos casi 6 años, por las atenciones y el apoyo en todo momento.*

### **A la Planta de matanza**

*Por abrimos las puertas y brindarnos todas las facilidades para desarrollar este proyecto a lo largo de estos tres años. A los médicos que ahí laboran y que han sido un ejemplo a seguir para nosotras, por su apoyo en todo momento y por regalarnos tantas enseñanzas. A todas y cada una de las personas que laboran en la Planta, por recibirnos siempre con una amable sonrisa, por todas las atenciones, por resolver siempre nuestros cuestionamientos y enseñarnos tantas cosas nuevas.*

### **Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.**

*Por todo el apoyo y facilidades brindadas para la realización de este proyecto. Por el apoyo económico sin el cual no hubiera sido posible realizar este proyecto. Agradecemos al Dr. Diego Braña Varela por su valioso aporte y grata asesoría durante la elaboración de este trabajo.*

**Marcela y Daniela**

# ÍNDICE

	<b>Página</b>
Resumen	i
Abstract	ii
Agradecimientos	iii
Índice	v
Índice de Cuadros	ix
Índice de Imágenes	x
Índice de Gráficos	xiii
Objetivo General	xvi
Objetivos Específicos	xvi
Hipótesis	xvi
<b>I. INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISION LITERARIA</b>	<b>3</b>
Concepto de Bienestar animal	3
Bienestar animal en la planta de matanza	4
Etología aplicada en el manejo de los animales de abasto	5
Concepto de Estrés	7
Estímulos estresantes	7
Respuesta orgánica a los factores de estrés	7
Situación de alarma	8
Resistencia al factor estrés	9
Factores de estrés en la industria cárnica	12
Factores genéticos	13
Medición del grado de estrés	14
Manejo en granja	14
Ayuno	15
Embarque	17
Transporte	19
Características del transporte en porcinos	21
Características del transporte en bovinos	22
Densidad Animal en el Transporte	22
Estrés durante el transporte	24

Condiciones ambientales	27
Manejo <i>antemortem</i> en la planta de matanza	28
Desembarque	29
Arreo	30
Corrales de descanso	33
Inspección <i>antemortem</i>	34
Insensibilización y aturdimiento	34
Reconocimiento de un aturdimiento efectivo	38
Izado	39
Desangrado	40
Manejo <i>postmortem</i> en la Planta de matanza	41
Desollado	41
Eliminación de extremidades, pezuñas y cabeza	42
Evisceración	42
División de la canal	42
Lavado de la canal	43
Inspección <i>postmortem</i>	43
Pesado, tipificado y sellado	43
Normatividad vigente en México	44
Ley Federal de Sanidad Animal	44
Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ZOO-1994. Especificaciones zoonosanitarias para la construcción y equipamiento de establecimientos para el matanza de animales y los dedicados a la industrialización de productos cárnicos.	44
Norma Oficial Mexicana NOM-009-ZOO-1994, proceso sanitarios de la carne.	45
Norma Oficial Mexicana NOM-024-ZOO-1995. Especificaciones y características zoonosanitarias para el transporte de animales, sus productos y subproductos, productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo por éstos.	47
Norma Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995. Matanza	

humanitaria de los animales domésticos y silvestres.	47
Norma Oficial Mexicana NOM-051-ZOO-1995. Trato	
humanitario en la movilización de animales.	49
Calidad de la carne	53
Atributos de la calidad de la carne	55
Color	55
Olor	56
Sabor	57
Textura	57
Química de los tejidos animales	58
Proteínas	58
Grasas	60
Carbohidratos	61
Compuestos inorgánicos	61
Agua	62
La función muscular y los cambios <i>postmortem</i>	63
<i>Rigor mortis</i>	63
La maduración de la carne	63
Acortamiento por frío	64
El rigor de la descongelación	65
Defectos en la calidad de la carne	65
Efecto del estrés sobre la calidad de la carne	66
Carne PSE y DFD en porcinos.	68
Carne DFD y PSE en bovinos.	71
<b>III. MÉTODO</b>	74
Evaluación del transporte	74
Línea de matanza de Porcinos	78
Línea de matanza de Bovinos	81
Análisis estadístico	86
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSION</b>	87
PORCINOS	87
BOVINOS	113
<b>V. CONCLUSIONES</b>	132

<b>LITERATURA CITADA</b>	134
<b>APENDICE</b>	
<b>Anexo 1 - EVALUACIÓN EMBARQUE – TRANSPORTE</b>	137
<b>Anexo 2 - REGISTRO DE VEHÍCULOS PARA PORCINOS</b>	138
<b>Anexo 3 – REGISTRO DE VEHÍCULOS PARA BOVINOS</b>	143
<b>Anexo 4 – TEMPERATURA ANIMALES</b>	148
<b>Anexo 5 – CORRALES DE DESCANSO DE PORCINOS</b>	149
<b>Anexo 6 – CORRALES DE DESCANSO DE BOVINOS</b>	150
<b>Anexo 7 – PLANO DE LOS CORRALES DE PORCINOS</b>	151
<b>Anexo 8 – PROCESO DE MATANZA DE GANADO PORCINO</b>	152
<b>Anexo 9 – INSPECCIÓN DE LESIONES EN CANALES</b> (porcinos)	153
<b>Anexo 10 – PROCESO DE MATANZA DE BOVINOS</b>	154
<b>Anexo 11 – ANÁLISIS DE INSENSIBILIZACIÓN DE</b> BOVINOS	155
<b>Anexo 12 – INSPECCIÓN DE LESIONES EN CANALES</b> (bovinos)	156

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Puntos Críticos de Control para el Bienestar Animal.	4
<b>Cuadro 2.</b> Densidades recomendadas para la carga de ganado.	24
<b>Cuadro 3.</b> Signos de Animales Adecuadamente Insensibilizados.	39
<b>Cuadro 4.</b> Densidad animal según el tipo de transporte (porcinos).	92
<b>Cuadro 5.</b> Densidad animal según el tipo de transporte (bovinos).	118

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>Imagen 1.</b> Fases del estrés.	8
<b>Imagen 2.</b> Zona de huida de los animales.	31
<b>Imagen 3.</b> Fases del Insensibilizado.	38
<b>Imagen 4.</b> Colocación de la pistola de perno cautivo para la insensibilización de bovinos.	48
<b>Imagen 5.</b> Colocación del electrodo para la insensibilización de porcinos.	48
<b>Imagen 6.</b> Formato para la evaluación de lesiones en porcinos y bovinos antes de la matanza.	76
<b>Imagen 7.</b> Ubicación correcta de los electrodos en la cabeza del porcino.	78
<b>Imagen 8.</b> Clasificación de regiones en la canal porcina.	80
<b>Imagen 9.</b> Modelo de cabeza bovina utilizado para evaluar la localización del tiro realizado para el insensibilizado.	83
<b>Imagen 10.</b> Modelo guía utilizado para la determinación de edad en bovinos por medio de la dentición.	84
<b>Imagen 11.</b> Clasificación de regiones en la canal bovina.	85
<b>Imagen 12.</b> Piso de lámina con paja como aislante en transporte para porcinos.	88
<b>Imagen 13.</b> Cuadrícula de soporte mal diseñada en transporte para porcinos.	88
<b>Imagen 14.</b> Camioneta pick up con sobrecarga de porcinos.	91
<b>Imagen 15.</b> Vehículo para transporte de porcinos con exceso de espacio por compartimento.	91
<b>Imagen 16.</b> Corte realizado por el introductor en la parte posterior de las orejas	95
<b>Imagen 17.</b> Orejas violáceas, características de animales con “golpe de calor”.	95
<b>Imagen 18.</b> Marcado enrojecimiento en la piel por ausencia de sombra en el transporte de porcinos, lesión en	

porcinos con mayor exposición al sol.	96
<b>Imagen 19 y 20.</b> “Capotes” dentro de la cámara de refrigeración luego de su procesamiento manual.	97
<b>Imagen 21 y 22.</b> Desembarque y arreo inadecuado realizado por parte de los transportistas o introductores.	102
<b>Imagen 23, 24 y 25.</b> Lesiones encontradas en lomo de canales porcinas.	104
<b>Imagen 26.</b> Corral del introductor N, con sobrecarga animal.	105
<b>Imagen 27 y 28.</b> Lesiones de “Manguera” producidas durante el arreo.	111
<b>Imagen 29.</b> Medición de pH a los 45 minutos <i>postmortem</i> .	111
<b>Imagen 30 y 31.</b> Presentación de vehículos bovinos con un inadecuado diseño de las cuadrículas o rejillas antideslizantes, con presencia importante de heces y orina.	114
<b>Imagen 32.</b> Transporte “J” poco frecuente en esta Planta de matanza.	116
<b>Imagen 33 y 34.</b> Ejemplo de vehículos para el transporte de bovinos, uno de ellos con sobrecarga de animales y otro con exceso de espacio.	117
<b>Imagen 35.</b> Hemoptisis en bovino causada por golpes en el hocico, debido al exceso de espacio en el transporte.	118
<b>Imagen 36.</b> Lesiones <i>postmortem</i> encontradas en cavidad bucal de bovinos que viajaron con exceso de espacio en el transporte.	118
<b>Imagen 37.</b> Lesión en la cabeza de un bovino registrada durante la estancia en corrales de descanso.	123
<b>Imagen 38, 39 y 40.</b> Evaluación de la técnica de insensibilizado en bovinos dentro de la planta de matanza.	126
<b>Imagen 41.</b> Lesión <i>postmortem</i> en pierna de bovino.	129
<b>Imagen 42.</b> Lesión <i>postmortem</i> en lomo de bovino.	129
<b>Imagen 43.</b> Lesión <i>postmortem</i> en espaldilla y palera de bovino.	129

<b>Imagen 44.</b> Pérdida de piezas dentales en bovinos como consecuencia del transporte.	130
<b>Imagen 45.</b> Laceración de encías en bovino por golpes en el transporte.	130
<b>Imagen 46.</b> Lesión en belfos encontrada en bovinos.	
<b>Imagen 47.</b> Presentación de hematomas en las múltiples regiones de la cabeza	130

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Tipos de transporte más frecuentes para el transporte de porcinos encontrados en la Planta de matanza.	87
<b>Gráfico 2.</b> Tipo de piso en el transporte.	88
<b>Gráfico 3.</b> Aislante en el transporte.	88
<b>Gráfico 4.</b> Comparación del Tipo de transporte con la distancia recorrida desde la UP hasta la Planta de matanza.	89
<b>Gráfico 5.</b> Comparación de Tiempo de traslado de la UP a la Planta de matanza de acuerdo al Introdutor.	90
<b>Gráfico 6.</b> Cambio de transporte en el traslado de los porcinos a la Planta de Matanza.	91
<b>Gráfico 7.</b> Comparación entre el tipo de transporte y recorrido en caminos de terracería.	93
<b>Gráfico 8.</b> Relación de la temperatura externa de los porcinos con la hora de arribo a la Planta de matanza.	94
<b>Gráfico 9.</b> Tipo de transporte y relación con su temperatura a la llegada.	95
<b>Gráfico 10.</b> Relación del Tipo de transporte con la temperatura externa de los animales a la llegada.	96
<b>Gráfico 11.</b> Porcentaje de los vehículos que cuentan con sombra.	97
<b>Gráfico 12.</b> Relación de los meses del año con la presentación de capotes.	98
<b>Gráfico 13.</b> Relación de muertes en el transporte por introductor.	99
<b>Gráfico 14.</b> Relación de capotes por introductor.	100
<b>Gráfico 15.</b> Influencia de la temperatura ambiental en las muertes relacionadas con el transporte.	101
<b>Gráfico 16.</b> Participación de los trabajadores de la Planta y los transportistas en el desembarque de animales.	102
<b>Gráfico 17.</b> Tipo de arreo empleado en la Planta de matanza.	103
<b>Gráfico 18.</b> Porcentaje de frecuencia de aparición de lesiones por región en porcinos.	104

<b>Gráfico 19.</b> Relación de corrales de descanso y la densidad animal.	105
<b>Gráfico 20.</b> Presencia de vocalizaciones durante la estancia en el cajón de insensibilizado.	106
<b>Gráfico 21.</b> Porcentaje de colocación de electrodo correcta o incorrecta en porcinos.	106
<b>Gráfico 22.</b> Comparación del insensibilizado con la presencia de espasmo respiratorio.	107
<b>Gráfico 23.</b> Presencia de espasmo respiratorio	108
<b>Gráfico 24.</b> Presencia de reflejo ocular.	108
<b>Gráfico 25.</b> Musculatura del dorso tensa o relajada después del degüello.	108
<b>Gráfico 26.</b> Presentación de muerte clínica de porcinos.	109
<b>Gráfico 27.</b> Porcentaje de frecuencia de aparición de lesiones en canales porcinas.	109
<b>Gráfico 28.</b> Porcentaje de lesiones más comunes en canales de porcinos.	110
<b>Gráfico 29.</b> Presencia de canales porcinas PSE y DFD (pH <sub>45</sub> ).	112
<b>Gráfico 30.</b> Frecuencia del Tipo de transporte de bovinos que arribaron a la Planta de matanza.	113
<b>Gráfico 31.</b> Tipo de piso en el transporte	115
<b>Gráfico 32.</b> Aislante en el transporte	115
<b>Gráfico 33.</b> Comparación del Tipo de transporte con la distancia recorrida desde la UP hasta la Planta de matanza.	115
<b>Gráfico 34.</b> Comparación entre el tipo de transporte y el tiempo de traslado desde la UP hasta la Planta de matanza.	116
<b>Gráfico 35.</b> Peso promedio de los bovinos por Tipo de transporte.	119
<b>Gráfico 36.</b> Relación de la temperatura ambiental con la hora de arribo de los bovinos a la Planta de matanza.	120
<b>Gráfico 37.</b> Relación entre el Tipo de transporte y la temperatura ambiental al momento del arribo.	121
<b>Gráfico 38.</b> Porcentaje de vehículos para transporte de bovinos que cuentan con sombra.	121
<b>Gráfico 39.</b> Participación de los transportistas y de los trabajadores	

de la Planta de matanza en el desembarque de animales.	122
<b>Gráfico 40.</b> Tipo de arreo para bovinos empleado en la Planta de matanza (S = Silencioso; R = Ruido; CH= Arreador Eléctrico; G = Golpes; OTRO = Sonajas y herramientas improvisadas).	123
<b>Gráfico 41.</b> Porcentaje de frecuencia de aparición de lesiones por región en bovinos.	124
<b>Gráfico 42.</b> Presencia de vocalizaciones durante la estancia en el cajón de insensibilizado.	125
<b>Gráfico 43.</b> Porcentaje de colocación del tiro correcta o incorrecta para el insensibilizado.	125
<b>Gráfico 44.</b> Resultados de la evaluación en la posición del tiro en el insensibilizado de bovinos.	127
<b>Gráfico 45.</b> Presentación de muerte clínica de bovinos.	128
<b>Gráfico 46.</b> Frecuencia de aparición de lesiones en canales bovinas.	128
<b>Gráfico 47.</b> Lesiones más comunes en canales bovinas.	129
<b>Gráfico 48.</b> Presencia de canales bovinas DFD y PSE (pH <sub>45</sub> ).	131

## **Objetivo General**

Evaluar el efecto del transporte y las distintas etapas previas a la matanza de bovinos y porcinos en una planta de matanza del estado de Querétaro, así como su impacto en el Bienestar Animal y la Calidad de la Carne, considerando las implicaciones económicas dentro de la cadena cárnica en México.

## **Objetivos específicos**

1. Evaluar los diferentes tipos de transporte que arriban a una Planta de matanza en el estado de Querétaro.
2. Evaluar las características y condiciones de cada uno de estos transportes (diseño, pisos, material de cama, dimensiones etc.).
3. Evaluar la densidad de la carga animal en el transporte.
4. Evaluar la temperatura corporal de los animales dentro de los diferentes tipos de transporte durante el trayecto y antes del desembarque.
5. Evaluar la temperatura corporal antes del arreo hacia el proceso de matanza.
6. Evaluar la temperatura de la canal al inicio y finalización de la refrigeración.
7. Evaluar el pH de las canales a los 45 minutos *postmortem*.
8. Evaluar objetivamente la presencia de daños en la piel (cortes, golpes y lesiones en general), así como la presencia de moretones, golpes, fracturas y derrames asociados a problemas de manejo y transporte de los animales.

## **Hipótesis**

El mal manejo y la falta de Bienestar Animal en las etapas previas a la matanza de porcinos y bovinos afectan negativamente la calidad de la carne alterando el pH de las canales.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad gran parte de las especies ganaderas son producidas en forma intensiva, o al menos, semi-intensiva. La intensificación de las producciones originadas por aspectos económicos, produce en el animal un importante cambio en sus hábitos de vida natural. Es general estos sistemas suponen una alta densidad poblacional, movimiento restringido y un manejo continuo por parte del hombre.

De esta forma disminuyen los instintos naturales y las respuestas de comportamiento, quedando los animales expuestos a estímulos estresantes que demandan la puesta en marcha de mecanismos que les permitan adaptarse a esta situación. Los mecanismos fisiológicos desarrollados por lo animales sujetos a dichas situaciones tienen su repercusión sobre la calidad de la carne obtenida y, por ende, constituyen una fuente importante de pérdidas económicas para la industria cárnica. El correcto manejo de los animales antes de la matanza evita el estrés y colabora en la obtención de carnes calidad para los consumidores (Hui *et al*, 2006).

La carne posee proteínas y aminoácidos, minerales, grasas y ácidos grasos, vitaminas y otros componentes bioactivos, así como pequeñas cantidades de carbohidratos. Desde el punto de vista nutricional, la importancia de la carne deriva de sus proteínas de alta calidad, que contienen todos los aminoácidos esenciales, así como de sus minerales y vitaminas del complejo B principalmente de elevada biodisponibilidad.

Los niveles de consumo de carne en México significan alrededor de 20.7 gramos de proteína por persona al día, 47% superior al registrado a nivel mundial. En 1970 el nivel de proteína por consumo de carne era de 8.3 gramos y en 1990 de 13.3 gramos. En México, el consumo de carne por persona (res, cerdo, ave, ovina y caprina en conjunto) en 1970 era de 23 kilogramos; para 1990 fue de 34 y actualmente es de 63, lo que significa que en las dos últimas décadas registró un incremento de 84.5% (29 kilogramos), cabe mencionar que

para el periodo señalado la población creció 2.3 veces, con lo cual el número de consumidores registró también un aumento (SIAP, 2012).

Según las proyecciones, la producción mundial de carne se habrá duplicado para el año 2050 y se prevé que la mayor parte del crecimiento se concentrará en los países en desarrollo. El creciente mercado de la carne representa una importante oportunidad para los productores pecuarios y los elaboradores de carne de estos países. No obstante, el incremento de la producción ganadera y la elaboración y comercialización inocuas de carne y productos cárnicos conformes a las normas higiénicas supone un serio desafío (FAO, 2013).

## II. REVISIÓN LITERARIA

### Concepto de Bienestar Animal

El concepto de bienestar animal, es complejo y abarca facetas científicas, éticas, económicas, políticas y culturales. Cada vez es mayor en el mundo, el sentimiento de evitar el sufrimiento innecesario de los animales y el reconocimiento de que son seres sensibles y por ende, sienten dolor del mismo modo que lo experimentamos los seres humanos.

El concepto de bienestar animal, es relativamente nuevo en el tiempo, recién en la década de los 90 se establecen las cinco libertades de los animales, por parte de la Comisión de Protección de los Animales de Granja o Farm Animal Welfare Council (FAWC), por sus siglas en inglés, principios que estipula: a) Libertad Fisiológica, lo que significa libres de sed y hambre; b) Libertad de Incomodidad, lo que significa, libres de malestar físico y térmico; c) Libertad Sanitaria; libres de enfermedad y lesiones; d) Libres para poder expresar un patrón de comportamiento normal y e) Libertad Psicológica, libres de miedos y angustias (estrés).

En el año 2002, la Organización Internacional de Sanidad Animal (OISA), organismo de referencia mundial, expresó su preocupación por el bienestar de los animales y el Comité Internacional aprobó por unanimidad la creación de grupos de trabajo en el tema. Posteriormente en 2004 se llevó a cabo la primera Conferencia Global sobre Bienestar Animal, en París, Francia; donde se decidió promover las buenas prácticas de manejo de animales a todos niveles, dando gran importancia a la creación de estándares con respecto al transporte y matanza de los mismos (Mota et al, 2010).

Por su parte, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura (FAO), reconoce la importancia de las buenas prácticas de bienestar animal y afirma que las mismas reportan beneficios tanto para las

personas como para los animales, ya que en gran parte del mundo hay seres humanos que dependen directamente de los animales para subsistir. Como se desprende del informe de la FAO, a nivel de los animales de producción, es reconocido que si un animal siente dolor, además de sufrir una enfermedad, tiene su bienestar deteriorado y su producción también se verá comprometida, tanto en calidad como en cantidad, representado una pérdida de ingreso para el productor.

En cuanto a los consumidores, en todo el mundo y en forma creciente, se manifiestan a favor de productos provenientes de animales que han sido tratados en forma adecuada durante su vida, por lo que el bienestar animal se transforma en un gran desafío en el mercado mundial de animales y productos provenientes de ellos (Mota et al, 2010).

### **Bienestar animal en la Planta de matanza**

Algunas de las causas que afectan el bienestar animal dentro de la planta de matanza son:

- Deficiencias en el diseño o en las características del equipo de insensibilización.
- Elementos de distracción que estorban el movimiento de los animales.
- Falta de mantenimiento de los equipos e instalaciones.
- Mal estado de los animales que llegan a las plantas (Carrasco y Muñoz, 2010).

**Cuadro 1.** Puntos Críticos de Control para el Bienestar Animal

<b>Criterio</b>	<b>Insensibilización eléctrica (ubicación correcta de electrodos)</b>	<b>Insensibilización perno cautivo (instantáneo con un disparo)</b>	<b>Insensibilidad en el riel de desangrado</b>	<b>Vocalizaciones (antes o durante insensibilizado)</b>	<b>Uso de arreador eléctrico</b>
<b>Excelente</b>	99.5% a 100%	99% a 100%	Bovino: <0.1% Porcino: <0.05%	Sin vocalización	Bovinos: <5% Porcinos: <10%
<b>Aceptable</b>	99% a 99.4%	95% a 98%	Bovinos: <0.2% Porcinos: <0.1%	1% (ubicación correcta de electrodos)	Bovinos: <25% Porcinos: <25%
<b>No Aceptable</b>	95% a 98%	90% a 94%	—	2% a 5%	—

Problema Grave	<98%	<90%	–	> 5%	Bovinos: >50% Porcinos: <80%
----------------	------	------	---	------	---------------------------------

(Grandin, 1999).

Actualmente se han elaborado lineamientos y guías de auditoría para la evaluación del Bienestar Animal (Cuadro 1), que indican que los grupos de bovinos, ovinos y cerdos se mueven sin el uso de arreadores eléctricos cuando los operarios caminan de frente a ellos; no es necesario, ni recomendable usar el arreador eléctrico, los animales a menudo se mueven al ser tocados ligeramente (AMIF, 2012).

### **Etología aplicada en el manejo de los animales de abasto**

Los animales de abasto destinados a la matanza para su consumo, constituyen un producto delicado por el valor intrínseco del animal en sí, y por el costo de su carne y subproductos derivados. Cualquier deterioro durante su procesamiento, vivo o muerto, afecta la calidad y cantidad del producto, y desde luego su bienestar en esas breves horas antes de la matanza.

Entre la granja y la planta de matanza, los animales están sujetos al transporte, confinamiento y manejo. La mayoría de las veces, el manejo de los animales se realiza de manera indeseable, debido a negligencia o simplemente desconocimiento de las necesidades básicas de los animales por parte de los operarios.

Una herramienta útil para realizar el manejo apropiado del ganado, consiste en conocer la percepción que el animal tiene de su entorno y cómo se comporta ante éste, sus compañeros de grupo y sobretodo cuál es su interrelación con el hombre; esta disciplina se conoce como etología aplicada.

Los animales son seres vivos, no bienes, ni objetos; poseen un sistema límbico, lo que los hace capaces de sentir emociones y dolor. Aunado a ello, despliegan un lenguaje corporal que se debe saber interpretar. A continuación se señalan algunas de las particularidades de la percepción animal a través de los órganos sensoriales, que permiten un mejor conocimiento de su comportamiento.

*Vista.* Los porcinos tienen una visión panorámica de 310° y una visión binocular de 35°- 50°. Tienden a moverse de una zona oscura a otra con mayor claridad. En el ganado bovino, la visión panorámica es de 330° y la binocular de 25°- 50°; puede reconocer a la gente por sus caras y por el color de su overol; utilizan la altura para discriminar entre las personas (Mota et al, 2010).

*Oído.* Una característica general del oído de los mamíferos, es que las especies muy sensibles a los sonidos de alta frecuencia, como bovinos y pocinos, suelen ser poco sensibles a los de baja frecuencia. El bovino tiene un oído muy sensible, particularmente ante sonidos de alta frecuencia; el ganado es sensible a 8,000 Hz y puede escuchar hasta 21,000 Hz; la sensibilidad auditiva de los cerdos abarca de 42 a 40,500 Hz, mientras que en oído humano tiene una sensibilidad máxima a sonidos de entre 1,000 y 4,000 Hz (Manteca, 2009).

*Olfato.* La agudeza olfatoria, es posiblemente el sentido más importante para las especies domésticas, porque el reconocimiento de los olores y de las feromonas son una parte importante de su comunicación (Herrera et al, 2002), la comunicación olfativa se realiza mediante feromonas, es decir, señales químicas secretadas por un individuo y que desencadena una respuesta en otro individuo de una misma especie (Manteca, 2009). En la especie porcina, el olfato es el sentido más importante en las interacciones sociales. Las señales químicas que se utilizan en el reconocimiento individual transmiten mensajes muy específicos. Los olores extraños ocasionan excitación en los animales.

Según el informe de Anil y McKinsey (1995) los cerdos que miran el insensibilizado y matanza de otro cerdo tuvieron pocos o ningún cambio en la frecuencia cardíaca, el cortisol y los niveles de endorfinas. De acuerdo con Grandin (1994) el ganado puede caminar voluntariamente a un lugar cubierto de sangre, pero el autor también ha observado que parece que la sangre del ganado relativamente tranquilo tiene poco efecto, pero si los animales se estresan por más de 10 o 15 minutos, es posible que una feromona miedo sea

secretada, por lo que algunos animales se niegan a caminar (Grandin, 1994). Una vez que el animal se agita, los demás también se excitarán ocasionando una especie de reacción en cadena (Mota et al, 2010).

### **Concepto de Estrés**

El estrés es un estado de adaptación de los animales, caracterizado por el desequilibrio de la homeostasis como resultado de la acción de uno o más factores, de origen interno o externo, y que elabora el sistema nervioso central en función del estado emocional del individuo y de sus experiencias previas (Hui et al, 2006).

#### **Estímulos estresantes**

El estrés contribuye estímulos agresivos que afectan al animal, como el miedo, el hambre, la sed, las condiciones climáticas severas o los agentes nocivos que causan cambios fisiológicos y que pueden liderar un estado patológico si el factor que lo provoca se mantiene por mucho tiempo. Uno de éstos puede ser considerado perjudicial dependiendo de la forma en que el organismo es capaz de enfrentar una situación amenazadora y de la metodología a través de la cual recupera el estado de homeostasis (Hui et al, 2006).

#### **Respuesta orgánica a los factores de estrés**

Ante un estímulo o agresión, el animal experimenta una reacción interna que tiene por finalidad lograr la adaptación a esta situación. Cuando el animal es incapaz de responder, o bien la respuesta es exagerada, o se agota la capacidad de respuesta, pueden aparecer alteraciones patológicas, e incluso producir la muerte del animal.

Se han distinguido tres fases de respuesta ante el estrés: 1) Alarma, seguida por 2) Resistencia (activación del sistema neurohormonal) y, de no obtenerse los resultados satisfactorios deriva en 3) Agotamiento del sistema de respuesta (estado patológico) y eventualmente la muerte (Imagen 1).

La respuesta a los factores de estrés requiere de una sucesión de eventos, comenzando con la percepción y la activación de mecanismos biológicos por parte del animal cuando existe para él una amenaza. Estos eventos son seguidos por la activación de mecanismos neurofisiológicos para enfrentar un esfuerzo, resistir y prevenir mayores daños. Los detectores reciben la información, pero también la transforman en señales que son transmitidas a los centros nerviosos cognoscitivos y no cognoscitivos para generar respuestas coordinadas a este desafío. El sistema nervioso central (SNC), sistema endócrino y sistema inmunológico, interaccionan, respondiendo a los estímulos estresantes de una manera coordinada e influyen en el desarrollo de los animales (Hui et al, 2006).



Imagen 1. Fases del estrés (Méndez, 2012).

### Situación de alarma

Los centros cerebrales cognocitivos, como la corteza cerebral, perciben las agresiones y actúan para iniciar mecanismos de respuesta vía señales nerviosas que activan la liberación del Factor de Liberación de Corticotropina (CRF).

El CRF producido por las neuronas, especialmente las del núcleo paraventricular del hipotálamo, es liberado por los axones terminales que proyectan a la región de la eminencia media y es transportada por el sistema sanguíneo hipofiseal portal hasta la hipófisis anterior. Aquí produce un incremento de la síntesis y la secreción de la hormona Adenocorticotrópica

(ACTH),  $\beta$ -endorfina,  $\beta$ -lipotropina y  $\alpha$ -melanotropina. El CRF no solamente activa el eje hipotálamo-hipófisis-corticoadrenal, también posee funciones de neurotransmisor cerebral, activando el sistema simpático y el sistema meduloadrenal, resultando en incrementos de los niveles de catecolaminas plasmáticas, aumenta la presión arterial y la frecuencia cardíaca. La liberación de la ACTH depende de la intensidad del agente estresor y es modulado por mecanismos graduales de retroalimentación. Los factores de estrés no muy importantes son gradualmente inhibidos por el sistema de retroalimentación, mientras que factores de estrés severos no son inhibidos.

Los receptores del CRF han sido identificados en varias regiones cerebrales, incluyendo áreas vinculadas con funciones cognitivas, así como áreas límbicas relacionadas con las emociones. El sistema límbico del cerebro incluye estructuras como el hipotálamo (centro del control endocrino), núcleo talámico, amígdala e hipocampo. Los estímulos no predecibles o incontrolables activan la vía hipocampo y el eje hipotálamo-hipófisis-adrenal, liderando depresiones, reducción de la actividad, sumisión, supresión del instinto sexual y materno. La habilidad para ajustarse a los estímulos agresores parecen estar bajo el control de la amígdala, la cual activa el sistema nervioso simpático y prepara al animal para la respuesta de lucha y huida. La activación de uno u otros sistemas depende de diferentes factores, como disposición genética (razas, variaciones individuales), experiencias previas, habilidad cognoscitiva y calidad y potencia del factor estrés (Hui et al, 2006).

### **Resistencia al factor estrés**

Los sistemas neuroendocrinos puestos en marcha para adaptarse a las agresiones están formados por dos componentes: el sistema simpático-meduloadrenal y el eje hipotálamo-hipófisis-adrenal (Hui et al, 2006).

*Sistema simpático-meduloadrenal.* El sistema nervioso autónomo (SNA) está compuesto por axones eferentes q abandonan el SNC, excepto aquellos que inervan a los músculos esqueléticos. La estimulación general de la división simpática del SNA produce la liberación a la corriente sanguínea de catecolaminas (especialmente adrenalina y noradrenalina) provocando

respuestas inmediatas que preparan al organismo para urgencias, mientras que suprimen las actividades irrelevantes. Esto genera un incremento en la glucemia, de la frecuencia cardíaca y del flujo sanguíneo de los músculos (especialmente el cardíaco) y disminuye el aporte de sangre al tracto gastrointestinal, los riñones y la piel. La noradrenalina y la adrenalina son liberadas por la medula adrenal, aunque la noradrenalina puede también ser liberada directamente desde las terminales nerviosas. Poseen una vida media corta de aproximadamente 2 minutos en la circulación. La medula adrenal está constituida por neuronas posganglionares modificadas (no poseen axones) y son de manera esencial cuerpos celulares neuronales que se adaptan a una función secretora. Reciben estimulación por medio de señales a través de sinapsis colinérgicas con axones provenientes de neuronas del SNA simpático, liberando fundamentalmente adrenalina y noradrenalina. Estas hormonas generan un incremento de la glucogenolisis y de la gluconeogénesis a nivel hepático y muscular, incrementan la fuerza y la rapidez de las contracciones cardíacas, presión arterial y el gasto cardíaco, lipólisis y producen una dilatación en la musculatura bronquial (Hui et al, 2006). Actualmente se conoce que la liberación de catecolaminas aumenta la glucogenolisis. Apple y colaboradores mencionan que desde 1994, se ha reportado que el pH elevado del corte oscuro, se relaciona directamente con la deficiencia de glucógeno muscular antes del sacrificio. Este es actualmente el mecanismo aceptado para la presencia de carne oscura, firme y seca (Mota et al, 2012).

La disminución del glucógeno muscular se debe a la exposición de los animales a varias condiciones adversas durante el transporte y antes de la faena como son falta de alimento y agua, peligro, hambre, mezcla de animales de diferente procedencia, fatiga, calor, frío, luz, restricciones de espacio; esto provoca un consumo excesivo de glucógeno muscular, minimizando la formación de ácido láctico en el músculo postmortem; con ello se impide la caída natural de pH durante este periodo (Mota et al, 2012).

*Eje hipotálamo-hipófisis-adrenal.* Este eje neuroendocrino pone en conexión a una estructura nerviosa, el hipotálamo y dos estructuras glandulares, la adenohipófisis y la corteza adrenal. Todo este sistema se

encuentra controlado por centros nerviosos superiores que vigilan constantemente el equilibrio fisicoquímico sanguíneo, el funcionamiento cardiovascular, el equilibrio energético y el estado anímico.

La ACTH liberada por la adenohipófisis bajo la influencia del CRF hipotalámico, actúa a nivel de la corteza adrenal, se une a receptores de alta afinidad en la membrana plasmática de las células de la zona fasciculada corticoadrenal y estimula la liberación de glucocorticoides (especialmente cortisol y corticosterona). Adicionalmente la ACTH estimula la lipólisis y el transporte de glucosa y aminoácidos a los músculos.

Los glucocorticoides poseen como órganos blanco al hígado y el timo. Inducen la producción de enzimas glucogénica (fructosa-1, 6-difosfatasa, glucosa-6-fosfato y piruvato carboxilasa) que incrementan la conversión de proteínas en glucosa. Adicionalmente, incrementan la actividad de enzimas lipolíticas en los adipocitos, generando un aumento en la concentración plasmática de ácidos grasos libres (AGL). Estos cambios metabólicos generan un incremento en la energía disponible a corto plazo. Los glucocorticoides estimulan la actividad de la eritropoyetina aumentando el número de glóbulos rojos circulantes, así como de neutrófilos (incrementan la actividad inmunológica no específica) y plaquetas (disminuye el tiempo de coagulación). También poseen un efecto antiinflamatorio al disminuir el número de eosinófilos, basófilos (los secuestran en el bazo y los pulmones) y linfocitos; disminuyen el tamaño de los ganglios linfáticos y del timo (inhiben la actividad mitótica linfocitaria) y disminuyen la producción de prostaglandina E (bloquean la liberación de fosfatasa A2) (Hui et al, 2006).

El estrés genera una reducción en la blastogénesis linfocitaria, sugiriéndose que esta acción depende de la activación simultánea del SNC autónomo y del eje hipotálamo-hipófisis-corteza adrenal. La acción conjunta del cortisol y la adrenalina (los linfocitos poseen receptores para ambas sustancias) disminuyen la blastogénesis. Esta actividad linfopénica observada durante episodios estresantes, se complementa inhibiendo la liberación de interleucina 2 (IL2), que es una agente que estimula la proliferación linfocitaria.

Parte de la función de los glucocorticoides circulantes es el mantenimiento de la reactividad vascular a las catecolaminas, siendo importantes además para que éstas ejerzan su acción movilizadora completa sobre los AGL.

El ritmo normal de secreción de los glucocorticoides está ligado al ciclo de actividad, controlado por la sucesión de los periodos de luz y oscuridad (ritmo circadiano). Durante el estrés, la cantidad de ACTH secretada por la hipófisis excede a la cantidad necesaria para producir la excreción máxima de glucocorticoides. En el curso de un estado de estrés, las actividades fisiológicas que no conformen un beneficio inmediato para el organismo se aplazan de tal manera que en principio se inhiben funciones tales como crecimiento, reproducción o digestión.

La respuesta individual de los animales a un estresor depende de factores genéticos y experiencias previas. Una persona no constituye un agente estresor si los animales se han habituado a su presencia (Hui et al, 2006).

### **Factores de estrés en la industria cárnica**

Los cambios fisiológicos *antemortem*, como la deshidratación y el catabolismo tisular, determinan el grado de degradación muscular y su consecuente pérdida de calidad (Hui et al, 2006). La calidad de la carne está delimitada por factores como la raza del animal, el tipo de alimentación suministrada y el manejo antes y durante la faena. Estos factores influyen en fenómenos bioquímicos que ocurren después de la muerte. Entre ellos, la glicólisis (afectando el contenido de agua y CRA), el pH final, la dureza, el color y la capacidad de absorción de sal (Mota et al, 2012).

El estrés *antemortem* se asocia con pérdidas en el peso vivo del animal, pérdidas en el peso de las canales y reducción del glucógeno intramuscular y de la grasa intermuscular. La degradación del glucógeno intramuscular predispone a la aparición de carne “Oscura, Firme y Seca” o

DFD, (por sus siglas en inglés “*Dark, Firm and Dry*”), mientras que la aparición de carne “Pálida, Suave y Exudativa” o PSE, (por sus siglas en inglés “*Pale, Soft and Exudative*”), frecuentemente en porcinos, está relacionada con una rápida utilización *postmortem* del glucógeno muscular (Hui et al, 2006).

### **Factores genéticos**

El temperamento de los animales es una condición hereditaria. Las razas bos indicus poseen un temperamento más agresivo que las de origen europeo. Adicionalmente, los animales tranquilos se adaptan más fácilmente y se estresan menos ante tratamientos repetidos (Hui et al, 2006).

Las razas animales con temperamento tranquilo, (Charolais, Hereford, etc.), presentan porcentajes inferiores de carne DFD en comparación con razas nerviosas (Limusin, Simmental, Angus, etc.). En este mismo sentido, los bovinos con un temperamento excitable son más sensibles a los gritos, silbidos y movimientos rápidos de los operarios que los animales con temperamento tranquilo. La susceptibilidad al estrés se manifiesta de diferente forma en los animales con distintos pelajes, siendo mayor para los bovinos completamente negros en comparación con los de pelaje blanco (Hui et al, 2006).

El ganado de capa negra tiene mayor riesgo de sufrir los efectos del estrés por calor que el de pelaje claro, ya que durante las condiciones ambientales de calor, la temperatura corporal de los animales de pelaje oscuro puede ser 0.5 °C mayor que los de capa clara, en la parte del día que va desde media tarde hasta el final de la misma. Además, el ganado que se encuentra próximo a su finalización es más susceptible al estrés por calor, especialmente si estos animales se encuentran en una condición corporal mayor al promedio (Mader y Arias, 2008).

Por otra parte, se ha observado que la susceptibilidad al estrés en bovinos es una condición individual y hereditaria. Esa tendencia persiste a lo largo del tiempo y entre diferentes ambientes y condiciones de manejo (Hui et al, 2006).

Los bovinos presentan una susceptibilidad a los factores estresantes que varía según el sexo. Las vaquillonas son más sensibles que las hembras castradas y estas son más susceptibles que los machos. Adicionalmente, el empleo de implantes de andrógenos más estrógenos en los machos y estrógenos en hembras, incrementa la susceptibilidad al estrés aumentando el porcentaje de canales con características DFD (Hui et al, 2006).

### **Medición del grado de estrés**

*Vocalización.* La vocalización (mugir, bramar, etc.) está altamente correlacionada con el grado de estrés sufrido por los animales y con la mala calidad e la carne obtenida bajo estas condiciones. El porcentaje de animales vocalizando es un indicador sensible de problemas como el uso de toques eléctricos o malos manejos. Este parámetro se cuantifica en las rampas de carga y descarga, durante el transporte, en el área de insensibilización, etc. No se mide durante la permanencia de los animales en los corrales de descanso, ya que cuando estos están tranquilos, comúnmente vocalizan como medio de comunicación o interacción social. Es un método no invasivo, barato y que requiere solamente la presencia de un micrófono o un observador (Hui et al, 2006).

*Termografía infraroja.* El estrés ante mortem ocasiona un incremento en la tasa metabólica y, como consecuencia, un aumento en la producción de calor por parte del animal. Mediante la termografía infraroja es posible identificar los animales que presentan un incremento de calor y que están predispuestos a producir carne de calidad deficiente (Hui et al, 2006).

El porcentaje de animales que se detienen y se niegan a avanzar durante las operaciones de carga y descarga o conducción hasta la zona de insensibilización, es un parámetro sumamente útil para detectar problemas de manejo y/o infraestructura inadecuada (Hui et al, 2006).

### **Manejo en la granja**

El trato que reciben los animales en las granjas de origen por parte de los operarios ejerce un marcado efecto sobre la calidad de la carne obtenida. A partir de los animales provenientes de Unidades de producción donde los operarios utilizan correctas prácticas de manejo se generan canales con 50% menos de contusiones, hematomas y carne DFD que las provenientes de animales que son manejados en forma ruda. Los animales asocian el peligro con el humano porque éste acarrea los mayores estados estresantes, siendo por ello importante tanto el tipo como la calidad de la relación con los operarios. No obstante, los animales asocian el peligro más con un determinado lugar que con determinadas personas (Hui et al, 2006).

Por otro lado, la incidencia del músculo PSE, se observa mayormente en granjas tecnificadas, debido a que utilizan animales de mayor conformación muscular y más magros, procedentes de líneas genéticas más susceptibles al estrés (Mota et al, 2010).

La exposición temprana a un factor de estrés (durante la etapa crítica de la maduración neuronal y endócrina) disminuye la emocionalidad y facilita la adaptación. Los porcinos y bovinos son conducidos a los mataderos con mayor facilidad si estos fueron acostumbrados previamente a la presencia de humanos en los potreros o en los corrales de la granja. El manejo cuidadoso y calmado de los bovinos jóvenes genera animales adultos dóciles y fáciles de conducir (Hui et al, 2006).

### **Ayuno**

Las razones más importantes para retirar el alimento a los cerdos estabulados en las granjas se justifican básicamente con una baja mortalidad durante el transporte y una mayor reducción de problemas asociados con el manejo de intestinos repletos durante el faenado. Diversos estudios han comprobado que el número de bajas es mayor cuando los animales son alimentados el mismo día que son transportados, especialmente si dicho transporte se realiza durante las horas centrales de días muy calurosos, o si los animales son susceptibles al estrés. Esta especial combinación de factores conlleva irremediablemente a un aumento de calor corporal en los animales, el

cual resulta difícil de eliminar por la piel debido a la escasa funcionalidad que presentan las glándulas sudoríparas en el porcino. Esta condición fisiológica conduce hacia un incremento en la mortalidad durante el transporte y el reposo previo al sacrificio, como consecuencia directa de la presión que ejercen los estómagos repletos sobre la vena cava, determinando la reducción de su diámetro a la vez que empeoran la circulación del flujo sanguíneo. Esta situación se agrava en los animales transportados que han sido recientemente alimentados, al verse favorecido el vómito y su aspiración por las vías respiratorias, a la vez que aumenta el riesgo de esparcir un mayor número de bacterias del tracto digestivo durante la evisceración, contaminando al resto de la canal (Mota et al, 2010).

Se recomiendan de 4 a 8 horas de dietado previo antes de iniciar el viaje. Lo ideal es que los productores sepan la hora a la que está programado el procesamiento de sus animales. De esta forma, un porcicultor puede estimar en qué momento empezar a ayunar a los porcinos, para que junto con la suma del tiempo de transporte, el embarque, el tiempo del traslado, (tipos de caminos, tránsito, etc.), el descanso en los corrales del establecimiento de matanza y el desembarque, no se llegue a un tiempo superior de 18 o 20 horas (Braña et al, 2011). Por otro lado Alarcón et al (2008), sugiere entre 16 y 24 horas de retiro de alimento debido a la mayor facilidad de eviscerado del cerdo, menor manejo del desecho en la planta, y reducción en la incidencia de vísceras rotas a la hora de la matanza.

Sin embargo, un ayuno prolongado (más de 24 horas) también es perjudicial, ya que origina una disminución del rendimiento canal y puede también provocar la aparición de carnes DFD (oscuras, firmes y secas), sobre todo si el transporte es prolongado y las condiciones para evitar el estrés no son las adecuadas (Ros, 2008). Según Alarcón et al, (2008), el periodo de ayuno antes del sacrificio reducirá la cantidad de carbohidratos disponibles para la conversión de glucógeno a ácido láctico después de la muerte, lo cual permite obtener una carne menos ácida y, por lo tanto, de mejor calidad.

La aplicación racional en la retirada del alimento permite garantizar condiciones de bienestar en los animales durante las fases posteriores de carga, transporte, descarga, estabulación y manejo pre-sacrificio, necesarias para reducir los niveles de estrés y agresividad, así como mejorar la calidad de la carne y rendimiento de las canales porcinas (Braña et al, 2011).

Aparte de los efectos sobre el rendimiento de la canal, a partir de 9 a 18 horas desde la última comida se inicia una pérdida de peso corporal; entre 18 y 48 horas de ayuno, la pérdida de peso en canal ocurre a un ritmo de 0,1% por hora. Grandin (1994) recomienda que el período entre la última comida y el sacrificio no sea superior a 12 h si se quieren evitar pérdidas de peso de la canal. En condiciones prácticas, ayunos de entre 10 y 18 horas serían los recomendables. Sin embargo, factores como la predisposición a carnes PSE, traslados en la mañana o noche, duración y densidad durante transporte, y época del año deben tenerse en cuenta a la hora de decidir la exacta duración del ayuno en granja (Coma y Piquer, 1999).

### **Embarque**

El embarque no debe de iniciar hasta que todo esté listo y preferentemente cuando todos los animales estén ya seleccionados. De esta forma se cumplirá con un de los requisitos más importantes del embarque, que “debe ser expedito, rápido, durando el menor tiempo posible, pero sin estresar o carrerear a los animales”.

Con la finalidad de no estresar a los animales y de aumentar la eficiencia en su manejo, al sacar a los porcinos del corral, se deben de mover en grupos de entre 3 y 8 animales, dependiendo de las capacidades de control del trabajador sobre los animales y de la infraestructura, como son tipo de corrales, mangas de manejo y rampas de embarque. Este sistema aprovecha el comportamiento natural del porcino, mediante el cual busca seguir a otros animales, y al mismo tiempo, le permite sentirse seguro al pertenecer a un grupo.

Cuando un porcino debe de recorrer distancias largas entre el corral y la zona de embarque, se deberá permitir un periodo de descanso previo a su

embarque en el camión. De esta forma se evitará subirlos sofocados (Braña *et al*, 2011).

El embarque de los porcinos es una de las etapas más críticas en la cadena productiva, es común ver que se hace en forma demasiado rápida, con cierta dosis de violencia, usando elementos punzocortantes, a veces eléctricos, palos u otro elemento que pueda dañar al animal. Como se mencionó, la visión de los porcinos es muy deficitaria y se excitan con mucha facilidad, sumado a ellos generalmente se trata de animales para faena, con una interesante capa de grasa que hace que no puedan disipar el calor con facilidad y sufran espasmos y hasta muerte por exceso de calor (Mota *et al*, 2010).

Los cerdos tienen muy limitada capacidad para transpirar por tener atrofiadas sus glándulas sudoríparas, además de que responden poco al estrés por calor, debido particularmente a la capa de grasa debajo de su piel y no pueden disipar el calor corporal tan fácil y rápidamente. En su evolución, los cerdos, han reemplazado este mecanismo de adaptación a las altas temperaturas con un acentuado instinto que los lleva a buscar agua para mojarse superficialmente, para incrementar así la disipación de calor por la vía evaporativa; el incremento correspondiente en la tasa de pérdida de calor evaporativo se realiza principalmente desde el tracto respiratorio, como resultado del jadeo (Echeverría y Mazzio, 2002).

El embarque de bovinos es una de las actividades durante la cual se presentan lesiones y estrés con más frecuencia. No se deberá golpear al ganado con trozos de madera, látigos, tubos de metal o plástico u objetos punzocortantes al momento de embarcar; la chicharra eléctrica deberá ser restringida a un mínimo absoluto para completar el embarque, de preferencia prohibirla y en su defecto utilizar banderas plásticas y una buena infraestructura y el saber cómo mover al ganado.

El embarque deberá estar vigilado por un supervisor con experiencia con manejo del ganado, la persona responsable del embarque y transporte

debe tener conocimientos básicos del comportamiento y necesidades físicas del ganado (SENASICA, 2012).

Las rampas utilizadas para facilitar la subida de los animales al vehículo deben tener una inclinación no mayor a los 30° cuando están destinadas a los bovinos y no mayor a 20° para los porcinos; la superficie del piso debe disponer de un diseño antideslizante a manera de listones transversales (Hui *et al*, 2006). Para el embarcadero se recomienda un rampa de aproximadamente de 4.30m a 5m de largo por 1.30 de alto.

También se sugiere que las subidas sean con escalones anchos pero no profundos, de unos 5cm de alto por 35 de profundidad, para facilitar la subida de los animales. Así mismo, se recomienda que tengan una parte horizontal de aproximadamente 1m al final de la rampa, esto le da a los animales una sensación de seguridad y entran más confiados al camión (Mota *et al*, 2010). De acuerdo a Grandin (2010), el uso de paredes sólidas es especialmente importante en las plantas de faena, rampas de embarque, y otros lugares donde hay mucha actividad fuera de la manga para bloquear la visión del animal de personas y equipos.

El ganado puede negarse a moverse a través de las rampas o mangas de manejo si ven distracciones, la solución puede ser muy simple, cuando el área esté libre de tráfico de animales es necesario buscar distracciones comunes tales como: reflexiones en charcos de agua o metales, cadenas que se agitan, metal resonando o golpeando, ruido agudo como silbido del aire, ropa colgada, gente pasando, objetos en el suelo, cambio en el color y textura del suelo, rejillas de desagüe, presencia de sombras o luz brillante como el reflejo del sol; cualquiera de estos elementos puede causar que los animales dejen de moverse (Grandin, 2010).

## **Transporte**

El transporte de animales desde el sitio de crianza hasta el matadero es considerado uno de los factores de estrés más importantes en la industria cárnica, tanto por el propio desplazamiento del animal, como por el resto de las actividades a que son sometidos. El tratamiento de los animales previo al transporte, el ruido, las vibraciones (frecuencia, dirección y aceleración), la falta de experiencias previas, el reagrupamiento social, el hacinamiento, los factores climáticos (temperatura, humedad y gases), la carga y descarga, el tiempo de transporte y la privación de agua y alimentos, son factores estresantes a considerar. Claramente se puede comprender que la respuesta de los animales al transporte no es simple y resulta muy difícil identificar la contribución relativa de cada uno de estos factores (Hui *et al*, 2006).

Habitualmente los transportes no proporcionan agua ni comida para los animales por lo que es necesario tener en cuenta el tiempo que el animal estará privado de estos elementos, ya que si excede la capacidad del organismo de mantener el balance de electrolitos, comenzará a deshidratarse, luego a perder peso, todo lo cual redundará en la llegada a la planta de faena de animales a veces altamente deteriorados hasta muertos.

Con respecto a los vehículos para el transporte de animales, es común que no se respeten las mínimas características que deben de tener, encontrando puertas que no abren en su totalidad, bordes filosos que puedan dañar a los animales al pasar, pisos que no cuentan con sistemas antideslizantes promoviendo que los animales resbalen y hasta caigan, siendo luego muy difícil incorporarse, más aún con el vehículo en movimiento (Mota *et al*, 2010).

El diseño del transporte deberá facilitar la limpieza rigurosa y desinfección del mismo antes y después de ser utilizados. Se deberá extraer todo el material de cama o excremento que pudo haberse incrustado, lavar con agua a presión y detergente (Braña *et al*, 2011).

La forma y la velocidad de conducción también revisten gran importancia, fundamentalmente en rutas o carreteras descuidadas o con gran

cantidad de curvas y/o pendientes, así como los caminos de terracería (Mota *et al*, 2010).

Todos los años, la industria de la carne pierde mucho dinero por las contusiones y la carne oscura que reducen el valor de las canales bovinas. Un manejo cuidadoso del ganado durante la carga y descarga ayudaría a reducir pérdidas y a mejorar el bienestar animal. Los conductores de camiones que son conscientes de su trabajo y evitan tanto frenar como acelerar bruscamente, tienen un papel importante para que los animales no se caigan en el transporte (Sánchez, 2002).

### **Características del transporte en porcinos**

Actualmente, el transporte más utilizado es el terrestre (por carretera). En México, los vehículos de carretera que más se utilizan para el transporte de porcinos son los “tráilers” de dos o tres pisos y los camiones “tortons” de dos pisos. Salvo en el Noroeste de México, los camiones de tipo “panzonas” ya casi no se utilizan hoy en día. La capacidad de los vehículos varía desde 40 hasta 240 porcinos, dependiendo del peso de los animales, la temperatura y el equipamiento del vehículo. Sin embargo, es todavía muy común encontrar en las carreteras de México camionetas de uno o dos pisos que transportan entre uno y 25 cerdos, la mayoría de las veces en condiciones lamentables.

Todos los vehículos utilizados, deberán contar con las condiciones mínimas necesarias para garantizar la seguridad y el bienestar de las personas y de los animales, y proporcionar un diseño que los proteja de las condiciones ambientales. Es forzoso que cuenten con un techo que proteja a los porcinos de las inclemencias del tiempo, particularmente que los resguarde de los rayos del sol, pero sin conservar calor excesivo, por lo que la ventilación es clave (Braña *et al*, 2011).

Las dimensiones estructurales de los contenedores de porcinos deberán ser lo suficientemente grandes para permitir que los animales adopten su posición natural o se tumben sin hacer contacto con los lados o el techo. Contrariamente, los espacios entre las mallas de los costados y pisos deberán

ser lo suficientemente pequeños para evitar que alguna parte del cuerpo de los animales quede expuesta al exterior o quede atorada (Braña *et al*, 2011).

Los pisos del transporte deberán ser de un material antideslizante, para reducir las posibilidades de que los animales se resbalen, caigan y lastimen. De ser necesario, se podrá acondicionar con diferentes materiales de cama como por ejemplo: aserrín, paja o arena, que además ayudarán a la absorción de la orina y excrementos generados en el trayecto. El material de cama utilizado, se deberá desechar luego de cada viaje ya que representa un peligro sanitario. Es importante que todos los vehículos cuenten con compartimentos de no más de 4 m de longitud. Esto, con la finalidad de que dada una situación de emergencia, los animales no se amontonen y puedan sofocarse los unos a los otros (Braña *et al*, 2011).

### **Características del transporte en bovinos**

El transporte por camión es el elegido por los ganaderos ya que permite mandar lotes pequeños y ahorrar en el costo del transporte, especialmente en los trayectos cortos.

Los pisos de los vehículos deben tener características antiderrapantes y de preferencia deben contar con tiras de madera o metal formando cuadros de alrededor de 25cm de lado. Los vehículos además de permitir la ventilación, deberán construirse de manera que los animales no puedan sacar partes corporales y que pueda ser adaptado un techo como protección en caso de ser necesario.

En las mejores condiciones de camino la velocidad máxima recomendable será de 70km/hora, esta velocidad actualmente es de 80km/hora y en autopista o carreteras rectas en el norte del país asciende a 90km/hora.

Entre los diversos factores que influyen en las pérdidas quizá ninguna sea tan importante como es el caso de las camas y el piso apropiado para su transporte. La cama, por ejemplo arena, es necesaria en todas las épocas del

año, para evitar que el piso se ponga húmedo y resbaladizo, lo cual puede hacer que los animales se lastimen si se resbalan o caen (Sánchez, 2002).

### **Densidad animal en el transporte**

La densidad de carga, o espacio designado de los animales dentro del vehículo de transporte, tiene importantes implicaciones en el bienestar animal, calidad de la canal y costos. Este espacio deberá determinarse antes de la carga en función del número y peso de los animales, de las dimensiones del tráiler, de las condiciones climáticas y de la distancia a recorrer. Es imperativo que se determine la densidad de carga correcta de los animales para que estos viajen con seguridad y haya menos pérdidas.

El número de animales que se transportan debe ser el adecuado, según el peso, la conformación, la raza y el sexo de los mismos (Mota *et al*, 2010). Es recomendable no mezclar animales de diferentes especies, al igual que cargar conjuntamente animales que provienen de distintos lugares de crianza, con el objetivo de evitar luchas entre cortes (Hui *et al*, 2006).

El espacio disponible por cada animal deberá ser lo suficientemente ajustado ( $0.46\text{m}^2$  a  $0.55\text{m}^2$  por porcino) para que se apoyen los unos a los otros en situaciones como paradas repentinas o vueltas cerradas, para impedir que los animales se caigan. Por otro lado, deberán tener suficiente espacio libre para que los animales puedan estar de pie en su posición natural o tumbarse en el piso, estando en una posición normal y equilibrada, sin estar amontonados (Braña *et al*, 2011).

El transporte con densidades poblacionales medias ( $0.48\text{m}^2$ / porcino), reduce el estrés provocado en los animales. No es así con altas densidades poblacionales, ante las cuales los animales no son capaces de adoptar posturas que garanticen un correcto balance al verse restringidos sus movimientos y conductas libres (Hui *et al*, 2006).

De acuerdo a Braña *et al*, (2011), las pérdidas se pueden ver reducidas a una densidad de carga de  $0.46\text{m}^2$ /porcino o mayor de hasta  $0.55\text{m}^2$ /porcino

en porcinos de 100 kilogramos. De acuerdo a Ritter *et al*, (2006), un aumento en el espacio de 0.39m<sup>2</sup>/porcino a 0.48m<sup>2</sup>/porcino presenta una reducción en la mortalidad de 0.62% a 0.27%, respectivamente, y en el número de animales lesionados que no se mueven de 0.52% a 0.15%.

Según Grandin (2000), las densidades recomendadas para ganado bovino (superficie disponible por cabeza) de acuerdo al peso son:

**Cuadro 2.** Densidades recomendadas para la carga de ganado.

<b>Peso promedio</b>	<b>Ganado con cuernos (hasta 10% del lote)</b>	<b>Ganado descornado</b>
360 kg	1.00m <sup>2</sup>	0.95m <sup>2</sup>
454kg	1.20m <sup>2</sup>	1.10m <sup>2</sup>
545kg	1.40m <sup>2</sup>	1.35m <sup>2</sup>
635kg	1.75m <sup>2</sup>	1.70m <sup>2</sup>

(Grandin, 2000).

Los camiones deben ser cargados respetando las densidades adecuadas. La sobrecarga de los vehículos aumenta la probabilidad de que los animales caigan y sufran contusiones (Grandin, 2000).

### **Estrés durante el transporte**

El tiempo transcurrido entre la remoción de los animales de su ambiente al matadero, así como el propio proceso de transporte son los factores de mayor impacto sobre la calidad de la carne.

Durante el transporte de larga duración, las concentraciones de cortisol en sangre pueden decrecer como consecuencia de una adaptación al factor estrés. En contraposición, la concentración de Creatinquinasa aumenta con la duración de transporte, así como la albúmina, las proteínas plasmáticas totales y la osmolaridad como consecuencia de la deshidratación producida. La concentración de AGL, urea y β-hidroxibutirato (cetogénesis), también aumenta como resultado de la reducción en la glucosa disponible.

La vibración, caracterizada por la dirección (horizontal o vertical), así como por la aceleración y la frecuencia, es un factor importante para definir cuan estresante es el transporte, ya que posee un gran impacto emocional. De acuerdo con Grandin (2000) la vibración puede ser más adversa que el ruido, vibraciones de baja frecuencia de 2 a 4 Hz (presentes en caminos de terracería y empedrado) son más estresantes que las de 8 a 18 Hz, dado que los porcinos demostraron 10 veces menos tendencia de acostarse durante el recorrido con vibraciones de baja frecuencia.

Al inicio del transporte, las frecuencias bajas de vibración inducen miedo a los animales por un gran desplazamiento y la poca predicción del movimiento. Si el transporte continúa por más de dos horas con frecuencias altas generan malestar en los porcinos debido a la resonancia de sus órganos internos (vibraciones en las vísceras y músculos). Las frecuencias altas conjuntamente con aceleraciones bajas inducen desplazamientos bajos y buena predicción que no comprometen el bienestar de los animales transportados. Por ende, es imprescindible evitar los movimientos bruscos y las aceleraciones, debiendo ajustarse las suspensiones de los camiones y entrenar a los conductores para generar bajo estrés en los animales durante el transporte (Hui *et al*, 2006).

En las etapas tempranas del transporte se observa un desarrollo activo e importante de las interacciones sociales. Los animales jóvenes son más susceptibles a sufrir estrés durante el transporte que los animales adultos.

En numerosos estudios se describen incrementos en la temperatura corporal, la frecuencia cardíaca y respiratoria y la activación del eje hipotálamo-hipófisis-adrenal. La activación de este eje genera un incremento de la glucemia (con un máximo entre la primera y segunda horas de viaje), cortisolemia (durante la carga de los animales e inmediatamente de comenzado el viaje). Las enzimas musculares (como la Creatinquinasa) se incrementan en la sangre a consecuencia de una fatiga muscular, observándose su máximo nivel a la segunda hora de viaje. Otras modificaciones en la química sanguínea incluyen un incremento de los cloruros

y de la hemoglobina, así como una reducción del pH (posiblemente como consecuencia de un incremento en los AGL y lactato en sangre) (Hui *et al*, 2006).

Algunas prácticas para disminuir los efectos negativos durante el transporte son los siguientes:

- Durante épocas con temperaturas ambiente elevadas, los animales deben ser transportados de noche o en horas tempranas de la mañana para aminorar los efectos del estrés por calor (la temperatura termoneutral de los cerdos de 60 a 100 Kg es de 12 a 18 °C).
- Suprimir el transporte de animales durante épocas con temperaturas ambiente extremadamente bajas y húmedas con el objetivo de evitar las muertes por frío.
- No transportar en el mismo vehículo animales que proceden de diferentes lugares para minimizar las muertes o las lesiones por peleas.
- Los animales deberán ser descargados para descansar si el viaje tiene una duración superior a las 24 horas.
- Transportar animales con una densidad adecuada (página 90) según los requerimientos de espacio para cada condición ambiental en particular (Hui *et al*, 2006).

La deshidratación, la disminución de iones y nutrientes y el incremento en el catabolismo proteico son los cuatro cambios fisiológicos más importantes que se observan en los animales durante el transporte, y requieren de una intervención adecuada del hombre para prevenir los efectos adversos que ocasionan sobre la calidad de la carne y su rendimiento.

La forma de remediar el estrés por transporte ha sido ampliamente estudiada. El uso de electrolitos orales ha sido efectivo para disminuir las pérdidas de peso vivo. La provisión de agua a los animales, antes y durante el viaje, favorece una actividad fisiológica normal, evita las pérdidas de peso vivo e incrementa el bienestar animal. Durante situaciones estresantes *ante*

*mortem* se pierden cantidades importantes de sodio y de potasio. La ingesta de soluciones electrolíticas más el agregado de carbohidratos previenen la rápida disminución de la osmolaridad plasmática y la excreción de urea e incrementa el consumo voluntario de fluidos y la detención de agua. Adicionalmente la suplementación con electrolitos posee una función importante al regular el balance ácido-base del medio interno del animal.

Por otra parte, el consumo de magnesio afecta la respuesta animal y su resistencia al estrés, alterando la liberación de hormonas involucradas en estos eventos y es un cofactor importante de la actividad de los neurotransmisores. La deficiencia de magnesio incrementa la secreción de catecolaminas y la sensibilidad al estrés, estimulando comportamientos agresivos en los animales.

El aporte de carbohidratos y otras estrategias nutricionales han resultado beneficiosos para mejorar el desempeño animal durante las actividades estresantes o de alta intensidad. Adicionalmente, la recuperación de glucógeno muscular es crucial para prevenir la producción de carne DFD como consecuencia del agotamiento del glucógeno en los músculos de los animales (Hui *et al*, 2006).

### **Condiciones ambientales**

Cada especie animal posee un intervalo de temperatura ambiental óptimo para desarrollar sus procesos fisiológicos y productivos; este intervalo es conocido como zona termoneutral. En los becerros abarca un intervalo de 13 a 25°C, en las vacas y porcinos es de 0 a 15°C (Hui *et al*, 2006). De acuerdo a Echeverría (2009), las temperaturas óptimas de confort para los cerdos de 60 a 100 Kg es de 12 a 18 °C.

El transporte a temperaturas ambiente superiores a 35°C genera un efecto estresante superior en los animales que cuando son transportados a temperaturas inferiores a dicho valor, como consecuencia del transporte a

temperaturas elevadas se genera un porcentaje superior de canales DFD y PSE.

La temperatura ambiente elevada predispone a los animales a sufrir hipertermia durante su transporte. Además es importante evitar el hacinamiento de los animales en los vehículos porque suele ser un factor determinante para la hipertermia, así como para el incremento del número de lesiones. Debe regularse la carga en función de un compromiso de equilibrio entre el bienestar animal, la rentabilidad del transporte y la calidad de la carne que se va obtener a partir de esos animales. La hipertermia durante el transporte de los porcinos es también una consecuencia de la falta de ventilación de los vehículos, la cual puede ser especialmente deficiente en regiones de climas fríos extremos (desde los 4°C) cuando se encierran los transportes para evitar el enfriamiento de los animales.

No solamente la temperatura ambiental es un factor de estrés a considerar, las fluctuaciones en este parámetro también es un factor importante. Fluctuaciones en la temperatura ambiente superiores a los 5°C, un día antes de la matanza, incrementa el porcentaje de canales DFD y PSE (Hui *et al*, 2006).

### **Manejo *antemortem* en la planta de matanza**

Los animales tratados correctamente en los mataderos defecan y se agitan en menor medida que los conducidos rudamente, además, los animales que son manejados suavemente presentan menor cantidad de úlceras abomasales y se incrementa el potencial glucolítico de los músculos *post mortem*.

Como consecuencia del estrés generado en los animales como parte del trato en los mataderos, se generan feromonas al miedo que pueden ser liberadas en la orina y sangre. Cuando los animales huelen estas feromonas se alteran y presiona siendo cada vez más difícil su manejo. Se ha comprobado

que la sangre de los animales relativamente no estresados tienen un bajo efecto sobre los animales que la huelen, a diferencia de la agitación que genera en los animales que toman contacto con la sangre de los compañeros severamente estresados.

El descanso al que son sometidos los animales al llegar al matadero es determinante sobre la calidad de la carne. La falta de este periodo de reposo después del transporte y antes de la matanza aumenta la incidencia de carne PSE y su efecto en los porcinos resulta tan o más importante que la predisposición genética. Al comparar los valores de glucemia y pH de bovinos que esperaban 24 y 48 horas en el matadero, desde su arribo hasta el momento de su faena, se observó que a menor tiempo de espera los valores de glucemia eran superiores, la curva de descenso de pH estaba muy próxima a la normal, y el valor promedio de pH<sub>24</sub> era de 5.68. Por el contrario, el descenso de pH en los animales que esperaron mayor tiempo fue más brusco, con una curva más pronunciada y un periodo de maduración más corto.

En los mataderos convencionales con buenas prácticas de manejo se han encontrado niveles de cortisolemia en los animales de 24 – 45 ng/ml de sangre. Los animales faenados en mataderos con malas instalaciones y procedimientos de manejo inadecuados tuvieron niveles de cortisolemia de aproximadamente 51 ng/ml de sangre y en aquellos en que se utilizan toques eléctricos el nivel asciende a 73 ng/ml de sangre.

El diseño correcto de los mataderos, como rampas o conductos curvos, y corrales redondos, facilitan el movimiento de los animales. Las rampas o callejones curvos son útiles ya que los animales no pueden ver a los operarios trabajando delante de ellos. No obstante, la curvatura de estos callejones debe ser tal que los animales puedan ver a un mínimo de tres animales delante de la fila (Hui *et al*, 2006).

### **Desembarque**

Una vez que los vehículos arriban a las plantas de matanza, en muchos casos deben esperar un determinado tiempo, a veces varias horas,

para proceder a la descarga de los animales. Esto conlleva a aumentar el agotamiento de los animales, siendo común apreciar animales exhaustos al descender de los vehículos.

En este punto se debe verificar la rampa de descarga de la planta de matanza, ya que es común apreciar rampas sin sistemas antideslizantes que hacen que los animales, a los que por naturaleza no les gusta bajar, resbalen y hasta caigan, promoviendo un gran nerviosismo y a veces daño físico de diversa magnitud (Mota *et al*, 2010).

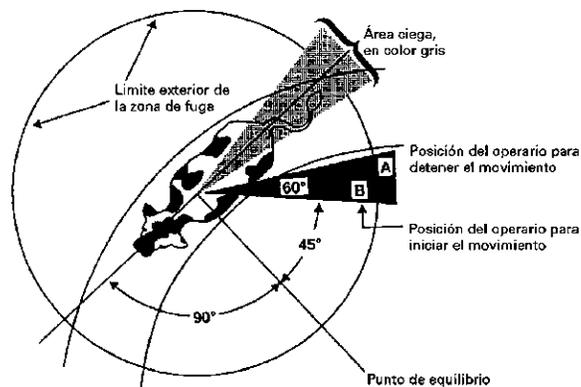
Durante épocas calurosas, la descarga rápida es esencial porque en un vehículo de transporte estacionado la temperatura sube rápidamente. Las rampas deben culminar en un tramo final plano equivalente al largo de un animal. Tanto las rampas de carga como de descarga deben tener paredes cerradas. Las rampas que se usen solamente para descargar ganado deben tener 2,5 a 3 metros de ancho para que los animales cuenten con una salida despejada del vehículo. Los corrales de espera y las rampas de carga y descarga bien diseñadas sirven para reducir las contusiones y el estrés (Grandin 1990). Las actividades de descarga también son estresantes para los animales, por lo que se debe tener mucho cuidado en su manipulación, incluso más, pues es probable que los animales transportados sufran de fatiga. Tan pronto lleguen los animales a la planta, deben ser desembarcados. Los choferes deberán de abstenerse de sonar cláxones, ya que se estresa más a los animales que traen y a los que ya están en la zona de descanso (Braña *et al*, 2011).

### **Arreo**

La forma más adecuada de mover a los animales, es entendiendo primero sus instintos y necesidades, sus fobias y preferencias. Un punto clave en el manejo de los porcinos, es el hecho de que los trabajadores estén entrenados en el trato que deben darles y que tengan a la mano las herramientas adecuadas (como sonajas, banderas de plástico, etc.) para hacerlo (Braña *et al*, 2011).

Los operarios que manejan a los animales en el interior de los mataderos deben estar entrenados en los principios básicos para su conducción. Aquellos que deben conducir bovinos y porcinos, deben comprender la existencia de la zona de huida y el punto de balance.

La zona de huida (Imagen 2) es una circunferencia visual alrededor de los individuos que constituye una referencia natural, cuando esa zona es invadida por un objeto o un humano, el animal tiende a alejarse manteniendo la distancia por considerar peligroso al intruso.



**Imagen 2.** Zona de huida de los animales.

El punto de balance está localizado al nivel de la cruz del animal y constituye un segundo elemento de referencia natural. Cuando un operario camina en sentido opuesto a la dirección de los animales y atraviesa el punto de balance de los animales, estos se moverán hacia adelante sin requerir de la fuerza o toques eléctricos. Cuando el operario desee regresar al punto de partida, deberá hacerlo pasando por fuera de la zona de huida de los animales.

Los bovinos y porcinos rehúsan ingresar a sitios oscuros. Cuando se colocan lámparas a la entrada de espacios oscuros se agiliza el manejo de los animales y se reduce el uso de toques eléctricos. Si hay en los mataderos objetos en movimiento (cadenas colgando, movimiento de gente, objetos ondeando) deben ser removidos porque atraen la atención de los animales y pueden generar que se resistan a caminar. Los animales son capaces de detectar pequeños objetos visuales que la mayoría de la gente ignora. Los

objetos brillantes, reflejos destellantes y superficies húmedas pueden provocar también que los animales se detengan y resistan avanzar (Hui et al, 2006).

El diseño de las rampas de conducción debe permitir que los animales formen una fila de uno para evitar que se agrupen, se detengan e intenten regresar (Hui et al, 2006). Para movilizar porcinos es preferente hacerlo en grupos pequeños (menos de 8), ya que en la medida que un trabajador trata de llevar más porcinos, se pierde el control sobre el grupo, los porcinos al frente dejan de avanzar, mientras que los de atrás tratan de regresar, y sólo los de atrás sufren la presión del trabajador.

Los bovinos poseen un sistema auditivo sumamente sensible, capaz de detectar sonidos de alta frecuencia que los humanos no pueden escuchar. Por ello, reducir los gritos y silbidos que emiten los operarios durante el manejo ayuda a la conducción de los animales. Se ha demostrado que estas conductas poseen un gran efecto sobre la frecuencia cardíaca de los bovinos (Hui et al, 2006).

Los animales se frenarán ante cambios súbitos en la textura y color del piso. La superficie del piso debe aparentar uniformidad y estar libre de charcos. La iluminación debe ser uniforme y difusa con el propósito de reducir sombras (Grandin, 2000). Se puede observar que en algunos establecimientos, el piso de los corrales no es antideslizante, no hay protección contra el sol o las inclemencias del tiempo y el diseño no permiten que los animales “fluyan” con facilidad. En porcinos, es común apreciar animales tan aterrorizados que se quedan totalmente paralizados, y no se mueven aun bajo la fuerza (Mota et al, 2010).

Los pisos deben tener una superficie antiderrapante ya que los resbalones incrementan el estrés. Para el ganado bovino, los pisos de concreto deben tener grecas de 2.5 cm de profundidad a cada 20 cm en un patrón cuadrangular o de diamante. En el caso de porcinos, el concreto fresco debe marcarse con la huella de malla de acero para construcción. Esta malla debe tener espacios de 3.8 cm. Un acabado en concreto a base de la escoba evita

resbalones cuando el piso es nuevo, pero la experiencia en la práctica dice que pronto se desgasta y por consiguiente los animales caerán.

Los arreadores se emplean para mover al ganado, el hecho de emplear un arreador eléctrico es signo de manejo inapropiado. Nunca debe aplicarse en las partes sensibles del animal, como los ojos, orejas y mucosas, y la corriente no debe ser mayor de 50 volts (Mota et al, 2010). Los daños generados por el mal uso o el abuso de estos instrumentos generan grandes pérdidas para la industria, pues provocan dolor, moretones, miedo y estrés en los animales, lo que provoca que se lastimen más y se perjudique la calidad de la carne (Braña et al, 2011).

La eliminación de arreadores eléctricos en los mataderos reduce 10% los niveles de carne de porcino PSE. En reemplazo de este método, se pueden utilizar banderas, palos en los que se cuelgan pedazos de tela o plástico o paneles (en el caso de porcinos) para ayudar a conducir a los animales (Hui et al, 2006). Contar con herramientas como sonajas (botellas de PET, envases de refresco desechable relleno de arena), banderas (pedazo de tela), mantas (tela, lona o costales unidos para aparentar una pared), paneles sólidos (tablas generalmente elaboradas de plástico o PVC) y paneles mariposa (consistente en dos paneles sólidos unidos por un juego de bisagras que permiten formar ángulos, principalmente usados para separar porcinos) ayuda mucho en el manejo de los animales, ya que todos estos aditamentos, usados correctamente, permiten mover a los porcinos con un mínimo de estrés para los animales y trabajadores (Braña et al, 2011).

### **Corrales de descanso**

El periodo de descanso en la plantas de matanza permite que los animales se recuperen del estrés ocasionado durante el transporte, al restablecer las reservas de glucógeno muscular; una razón más consiste en reducir el contenido de los intestinos para facilitar la evisceración y disminuir los riesgos de contaminación.

La cantidad de espacios en los corrales está determinada por la especie y por el tiempo de espera, así a mayor tiempo, mayor es el espacio

que requieren los animales para poder levantarse y acostarse sin disturbios en el grupo (Mota et al, 2010). La densidad adecuada para porcinos de 100 Kg en los corrales de descanso es de  $0.8\text{m}^2$  / porcino.

Los corrales de esperan deberán proveer suficiente espacio a los animales, considerándose como una buena regla que todos los animales puedan echarse simultáneamente. En épocas calurosas (con temperaturas superiores a las  $20^{\circ}\text{C}$ ), los porcinos deben disponer de un espacio adicional para prevenir la muerte por estrés calórico (Hui et al, 2006).

Los animales que van a ser faenados se mantienen en corrales especiales, los cuales permiten que los animales descansen y se calmen si están fatigados o estresados por el transporte o por la descarga desde los vehículos de transporte. Esto permite que el manejo de los animales en el cajón de insensibilización sea más sencillo y además puede mejorar la calidad de la carne. Mientras los animales están en los corrales necesitan provisión de cama, agua y si se considera adecuado, alimento. Los animales deben encontrarse en condiciones tales que les permitan descansar adecuadamente en grupos no mezclados (Warris, 2003).

Luego del proceso de embarque, transporte y desembarque normalmente un porcino pierde entre 1 y 3% de su peso corporal, por esto es trascendente que se estimule el consumo de agua, para lo cual se debe considerar su disponibilidad; en general, los bebederos de chupón no son recomendados, ya que además de lastimar a los animales, el acceso a estos no es siempre bueno, o las zonas de bebederos son dominadas por unos cuantos porcinos que limitan el consumo del resto de los animales. Los bebederos ideales son aquellos que permiten a todos los animales tener acceso a agua de calidad; una alternativa son los bebederos colgantes (Braña et al, 2011).

### **Inspección *antemortem***

Los animales se inspeccionan antes de ser sacrificados, lo que hace posible la identificación de síntomas clínicos de enfermedades que podrían ser

transmitidas a los humanos (zoonosis), a otros animales, o hacer que la carne no sea adecuada para el consumo humano. También permite la identificación de animales a los que se les ha suministrados medicamentos u otros agentes farmacológicos, o que han sido heridos y deben por lo tanto ser manejados separadamente de los demás, con la posibilidad de ser faenados inmediatamente para evitar más sufrimiento (Warris, 2003).

### **Insensibilización y aturdimiento**

*Concepto de insensibilización.* Es la pérdida de la capacidad de experimentar impresiones físicas, propia de los seres animados debido a un proceso mecánico, químico o eléctrico que interrumpe, en forma momentánea, la percepción a través de los sentidos. Es difícil determinar la inconciencia del animal, no obstante está asociada a una pérdida de la capacidad de responder a las amenazas, la desaparición del reflejo de pestañeo, la dilatación pupilar y a una dificultad en la coordinación de los movimientos (Cuadro 3, página 38) (Hui *et al*, 2006).

Durante la matanza de los animales de abasto, es importante que estos no regresen del estado de conciencia posterior al aturdimiento y antes de realizar el degüello, de no ser así, se podría asumir que el retorno a la conciencia origina sensaciones de dolor (Mota *et al*, 2010).

El aturdimiento es importante para inmovilizar al animal y facilitar el corte de los vasos sanguíneos con el fin de faenarlos. Para que el aturdimiento evite el dolor y el sufrimiento del animal, el proceso debe dejar al animal insensible inmediatamente. Mediante la relajación del cuerpo del animal, algunas técnicas de aturdimiento pueden ser beneficiosas para la calidad de la canal (Warris, 2003).

Existen diferentes formas de provocar el aturdimiento del animal, pudiéndose clasificar estos métodos en tres tipos principales. El primero es el uso de un instrumento mecánico (mazo, pistola de bala cautiva, de bala percutora o de bala libre), que produce un trauma en el cerebro provocando la pérdida de la consciencia del animal instantáneamente. El segundo tipo

consiste en hacer pasar una corriente eléctrica a través del cerebro. El tercero se basa en la inducción de inconsciencia mediante la exposición a un ambiente con bajos niveles de oxígeno, por la sustitución con otros gases como el dióxido de carbono, o el argón. De manera particular en el caso de uso del instrumento mecánico, o en el de la aplicación de una corriente en la insensibilización eléctrica, es importante que el animal esté suficientemente inmovilizado (donde radica la importancia de un diseño adecuado del cajón del insensibilizado) para permitir un disparo certero o la correcta aplicación de la corriente eléctrica (Warris, 2003).

*Insensibilización eléctrica.* La producción instantánea e indolora de un estado de inconsciencia requiere del pasaje a través del cerebro del animal de una corriente con un amperaje suficiente como para inducir un ataque epiléptico. Si el amperaje es insuficiente, o el recorrido de la corriente no atraviesa en cerebro, el animal sentirá dolor. Aunque quede paralizado y sea incapaz de moverse, padecerá un fuerte choque eléctrico o los síntomas de un ataque cardíaco. En cambio, cuando el noqueo eléctrico está bien hecho, el animal no sentirá nada (Grandin, 1991). Normalmente se usa un voltaje de entre 150 y 300 Volts y una frecuencia de corriente alterna de 50 a 60 Hz dependiendo del sistema, y con un amperaje de de entre 1.2 a 2.0 mA, lo cual estará en función del tamaño del animal, así como de la proporción de grasa en su cuerpo. Los voltajes más altos generalmente funcionan mejor, pero si el amperaje no es adecuado, se pueden promover las fracturas en la columna vertebral. Es importante que la corriente eléctrica pase a través del cerebro, por lo que la colocación de los electrodos tiene gran importancia. Para llevar a cabo el aturdimiento correcto, el tiempo de aplicación estará en función del tiempo que se tarde el equipo en lograr un pico en el amperaje de cuando menos 1.5mA, en equipos funcionando adecuadamente, con menos de 2 segundos se logra una muy buena insensibilización. Las más modernas técnicas para especies de carne roja, utilizan una insensibilización cabeza-pecho, en la que la corriente circula tanto a través del cerebro como entre el cerebro y el resto del cuerpo pasando a través del corazón, lo que hace que éste deje de bombear, de tal manera que el animal muere a la vez que es aturdido. La ventaja fundamental del aturdimiento cabeza-pecho, radica en que el corazón

del animal se para, es que es irreversible, (pero no necesariamente es en beneficio en la calidad del desangrado y por ende de la carne). En el aturdimiento exclusivamente de cabeza el animal recobraría la consciencia si no es desangrado en un corto periodo de tiempo (10 a 20 segundos). Por lo tanto es esencial reducir al máximo el tiempo transcurrido entre el aturdimiento y el desangrado.

Las prácticas de desangrado ineficaces fueron a menudo la causa de que los cerdos retornaran a la sensibilidad, cuando se usan métodos de aturdimiento reversibles, los cerdos deben ser desangrados prontamente para evitar que retornen a la sensibilidad, dentro de los 15 segundos. El intervalo de tiempo entre aturdimiento y desangrado es menos crítico cuando se usan métodos de aturdimiento no-reversible, pero es igualmente esencial un desangrado eficaz para asegurar que jamás entren al baño para escaldar los cerdos que muestren signos de sensibilidad.

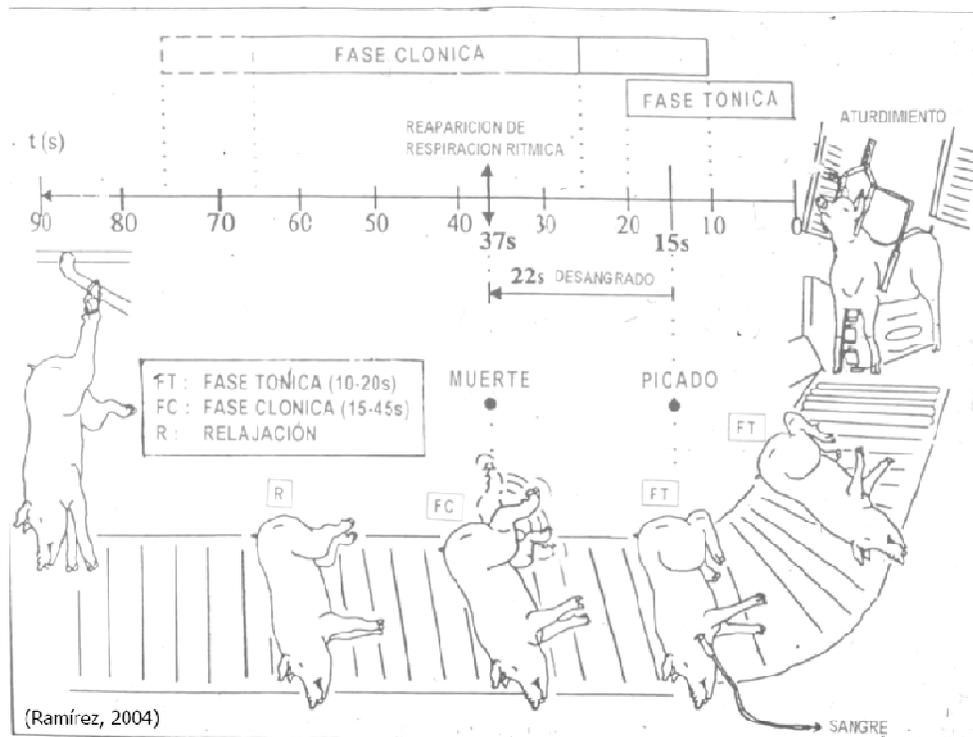
*Pistola de bala cautiva y aturdimiento por conmoción.* La bala se introduce en el cerebro del animal bien por detonación de un cartucho explosivo, bien por aire comprimido. Para cada tipo de animal se emplean diferentes tamaños de cartuchos. Por ejemplo, un cartucho de 4 - 6 granos (1 grano = 0,065g) sería efectivo para un toro grande y pesado (más de 500 Kg). Todos los modelos actuales de pistolas de bala cautiva utilizan cartuchos de calibre 0,22 ó 0,25. Para aturdir a un animal no es necesario penetrar el cerebro. Simplemente la conmoción puede ser efectiva y de hecho algunos equipos están diseñados para dar un golpe no penetrante en la cabeza, lo que habitualmente se lleva a cabo mediante una bala con forma de hongo.

*Pistolas de bala libre.* En general sólo se usa este método para toros y verracos. Es más difícil asegurar la seguridad dado el peligro de que la bala pase a través del cuerpo del animal o de que rebote. Sin embargo, puede ser necesario si el animal tiene un cráneo muy grueso que podría impedir el uso efectivo de la pistola de bala cautiva.

*Aturdimiento con gases.* El aturdimiento en el ganado porcino puede llevarse a cabo mediante la exposición al gas dióxido de carbono, usándose una concentración del 80-90% en volumen (aire). En condiciones normales los porcinos permanecen dentro del gas durante 90 segundos. Si se prolonga el tiempo de exposición los animales pueden llegar a morir en vez de simplemente quedar aturridos. Este gas es un potente estimulante respiratorio, provocando jadeo y posiblemente asfixia, por lo que la fase de inducción de anestesia puede resultar estresante. Recientemente ha sido investigado el uso del aturdimiento por anoxia, es decir, por falta de oxígeno, el cual parece tener lugar sin que el animal sufra estrés. Las condiciones de anoxia se consiguen empleando el gas inerte argón, sin embargo, éste es bastante caro (Warris, 2003).

### **Reconocimiento de un aturdimiento efectivo**

El aturdimiento efectivo por percusión conduce al animal a un colapso inmediato, cesando la respiración rítmica y quedando rígido y con la cabeza extendida (Cuadro 3). La posición del globo ocular es fija. Esta fase (fase tónica) dura típicamente 10-20 segundos y es seguida por un periodo de movimiento de pataleo involuntario de las extremidades (fase clónica). El aturdimiento eléctrico produce una interrupción en de la actividad eléctrica normal en el cerebro, provocando un cuadro epiléptico (electroepilépsia) similar a la sufrida por los humanos. Después de la fase clónica (15-20 segundos) el animal debe ser desangrado, si no se sacrifica se reanimará (Imagen 3) (Warris, 2003).



**Imagen 3.** Fases del Insensibilizado.

**Cuadro 3.** Signos de animales adecuadamente insensibilizados.

	<b>Bovinos Perno Cautivo</b>	<b>Bovinos Eléctrico</b>	<b>Porcinos Perno Cautivo</b>	<b>Porcinos Eléctrico</b>	<b>Porcinos CO<sup>2</sup></b>
<b>Cabeza</b>	Cabeza recta y floja				
<b>Lengua</b>	Recta y flácida				
<b>Espalda</b>	Recta, sin reflejo de enderezamiento				
<b>Ojos</b>	Parpadeo ausente. Ojos abiertos. Sin respuesta al tacto; nistagmo ausente	Puede haber nistagmo. Parpadeo ausente	Parpadeo ausente. Ojos abiertos. Sin respuesta al tacto; nistagmo ausente	Puede haber nistagmo. Parpadeo ausente	Parpadeo ausente
<b>Miembros</b>	Patadas sin coordinación de miembros posteriores, sin reflejo de enderezamiento	Patadas sin coordinación de miembros posteriores, sin reflejo de enderezamiento	Patadas sin coordinación de miembros posteriores, sin reflejo de enderezamiento	Patadas sin coordinación de miembros posteriores, sin reflejo de enderezamiento	Patadas sin coordinación de miembros posteriores, sin reflejo de enderezamiento

<b>Vocalizaciones</b>	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
<b>Respiración</b>	Respiración rítmica ausente; jadeo agónico no aceptable.	Es normal el jadeo como el de un pez fuera del agua, respiración rítmica ausente	Respiración rítmica ausente; jadeo agónico no aceptable	Es normal el jadeo como el de un pez fuera del agua, respiración rítmica ausente	Es normal el jadeo como el de un pez fuera del agua, respiración rítmica ausente
<b>Cola</b>	Relajada una vez que se encuentra en el riel	Relajada una vez que se encuentra en el riel	Relajada una vez que se encuentra en el riel	Relajada una vez que se encuentra en el riel	Relajada una vez que se encuentra en el riel
<b>Respuesta al dolor</b>	Puede pellizcarse levemente la nariz y no debe observarse respuesta	Puede pellizcarse levemente la nariz y no debe observarse respuesta	Puede pellizcarse levemente la nariz y no debe observarse respuesta	Puede pellizcarse levemente la nariz y no debe observarse respuesta	Puede pellizcarse levemente la nariz y no debe observarse respuesta

(Grandin, 2010).

### **izado**

En la mayoría de los establecimientos en los cuales se realiza la matanza industrial de un número importante de animales por hora, el proceso se ejecuta con los animales suspendidos por sus patas traseras de un riel que forma parte de la estructura del edificio.

Para levantar el animal desde el suelo se le coloca una manea en una de los miembros pelvianos y se lo eleva hasta el riel mediante un gancho. La otra pata posterior queda suelta para que, posteriormente, se inicie el proceso de desollado (Hui *et al*, 2006).

### **Desangrado**

El desangrado, que se produce al seccionar los grandes vasos sanguíneos a la entrada del pecho (yugular y carótida), es el proceso de matanza propiamente dicho y provoca la muerte del animal como consecuencia del fallo cardíaco inducido por la hipovolemia. La cantidad de sangre que puede ser extraída oscila, en términos generales, entre 3.8 y 4% del peso vivo. La proporción de sangre, con base en el peso de la canal se considera en porcinos de 3% a 3.5% y en bovinos de 5% a 6%.

La técnica de desangrado en la que se desangra un cerdo mediante una estocada en la región del pecho, requiere un promedio de 18 segundos

para que el cerebro deje de responder a los estímulos visuales. Sin embargo, si el desangrado es mínimo y solo se corta una arteria carótida, toma mucho más tiempo perder la respuesta a un estímulo visual. Este estudio ilustra sobre la importancia del desangrado eficaz. Grandin (2001) encontró que se puede mejorar el desangrado y prevenir los signos de retorno a la sensibilidad después iniciado, haciendo que el diámetro de la corriente inicial de sangre sea grande.

Debe reducirse al mínimo el tiempo que transcurre entre la insensibilización y el desangrado para aprovechar al máximo el efecto del aturdimiento (15 segundos) y, al mismo tiempo, evitar que las hormonas liberadas por el estrés se distribuyan por todo el cuerpo mediante la circulación, afectando la calidad de la carne. La demora en el desangrado de los rumiantes produce una disminución de la cantidad de sangre extraíble, pero no se observaron modificaciones en los valores de pH (Hui *et al*, 2006).

El tiempo de desangrado es de uno a cinco minutos en posición horizontal. Esto es incorrecto, el tiempo de desangrado en posición horizontal es igual al de la vertical. y de un minuto como término medio en posición vertical (izado), además es de suma importancia permitir un tiempo de escurrido de tres minutos (Moreno G. B., 2006).

La eliminación del mayor volumen de sangre, además de provocar una muerte más rápida del animal, reviste gran importancia en la presentación comercial de la carne, en su higiene (la sangre favorece al crecimiento microbiano) y en la prolongación de su periodo de conservación, así como la de los productos que sean elaborados con ella (Hui *et al*, 2006).

## **Manejo *postmortem* en la planta de matanza**

### **Desollado**

Finalizado el proceso de desangrado y producida la muerte del animal, deben comenzar las actividades destinadas a extraer el cuero. Esta operación

se debe practicar de forma que los contaminantes que acompañan al pelo y la piel no pasen a los tejidos grasos y musculares. El cuero desprendido se retira de la sala de faena inmediatamente para reducir la probabilidad de contaminación (Hui *et al*, 2006).

En ganado porcino generalmente no es desollado (excepto para producir cuero de piel de porcino) pero los pelos son eliminados mediante rasurado. Esta operación se agiliza mediante la inmersión del animal una vez que ha terminado completamente el sangrado (mínimo 3 minutos), en un tanque de agua entre 59 y 63 °C durante 2 a 5 minutos (escaldado). El agua caliente afloja los pelos o cerdas y la capa más superficial de la piel, permitiendo la apertura del folículo, pudiendo ser entonces rasurados. Posteriormente, las canales son chamuscadas o flameadas. En este proceso la canal pasa a través de una llamarada de gas que, por un lado, quema cualquier cerda que no haya sido eliminada y, por otro, endurece la piel, así como el bajar la carga microbiana de la superficie de la canal (Warris, 2003).

### **Eliminación de extremidades, pezuñas y cabeza**

En los bovinos, la cabeza, miembros torácicos y pelvianos (manos y pies) son eliminados. La cabeza se corta a la altura de la articulación atlanto-occipital, los miembros torácicos por debajo de los huesos carpianos y de los huesos del tarso en los miembros pelvianos (Warris, 2003). La separación de la cabeza se realiza una vez que la canal ha sido desollada completamente y se han ligado el esófago y el recto. La cabeza separada es lavada con agua a presión, tanto por su superficie externa como en la parte interna de los canales nasales y de la boca y es presentada para la inspección veterinaria (Hui *et al*, 2006).

En el caso de los porcinos, los miembros torácicos y pelvianos están incluidos en la canal, y la cabeza se corta en una fase muy posterior al faenado. Las pezuñas son eliminadas manualmente mediante un gancho, tirando de ellas una vez que estas han sido ablandadas después del proceso de escaldado (Warris, 2003).

### **Evisceración**

Para llevar a cabo la evisceración del animal se realiza un corte alrededor del ano, permitiendo que el recto (preferentemente ligado) y el resto del intestino puedan ser eliminados de la cavidad abdominal a través de una incisión ventral a lo largo de la longitud total de la canal. El corte se continúa a través del esternón hasta la garganta, permitiendo el acceso a la cavidad torácica. Con frecuencia el esternón en vacunos mayores ha de ser cortado con una sierra (Warris, 2003). Las vísceras se pueden diferenciar en rojas, aquellas que por su contenido en sangre presentan esa coloración (corazón, hígado, aparato respiratorio) y verdes, las que conforman el tubo digestivo y, por contener alimentos en diferentes estados de digestión, poseen una coloración entre marrón y verdosa (Hui , 2006).

### **División de la canal**

Separadas las vísceras, se procede a realizar la división de la canal en dos mitades o medias canales. Esta labor se efectúa con la ayuda de una sierra eléctrica, seccionando la canal en dos mitades mediante el corte de la columna vertebral con una sierra, una vez dividida completamente la canal se retira la medula espinal (Warris, 2003).

### **Lavado de la canal**

El lavado de las canales debe hacerse utilizando agua potable fría (normalmente clorinada) a presión y dirigiendo el agua desde la parte caudal hacia la parte craneal, de forma que se produzca un barrido de las suciedades desde las partes más elevadas a las más bajas (Hui *et al*, 2006).

### **Inspección *postmortem***

Con el fin de determinar si todos los órganos, partes y tejidos que componían el animal están en condiciones sanitarias de ser destinados al consumo humano, el servicio oficial de inspección veterinaria del establecimiento matadero realiza la inspección *postmortem*.

Se agrupan un conjunto de actividades que realizan los profesionales veterinarios y sus ayudantes sobre los animales y sus despojos. Todas las maniobras se deben realizar dentro de la sala de faena. Se realiza la inspección cervical, incluyendo ojos y lengua, inspección de vísceras, rojas y verdes, y la inspección de cada media canal; la operatividad de inspección *postmortem* se realizará mediante técnicas de observación visual macroscópica, palpación, incisión de algunos tejidos si es necesario, laminado de linfonodos y de linfoglándulas viscerales y parietales, en algunos casos olfacción y envío de muestras para diagnóstico por medio del laboratorio (Hui *et al*, 2006).

### **Pesado, tipificado y sellado**

Cada canal o media canal lavada debe ser pesada para determinar el rendimiento del animal, tipificada con base en su conformación y grado de terminación e identificada con los sellos sanitarios y comerciales mediante una tinta apta para el consumo humano. El sello sanitario certifica que la canal ha sido inspeccionada e identifica al profesional que la declaró apta para consumo y al establecimiento donde fue procesada (Hui *et al*, 2006).

## **Normatividad vigente en México**

### **Ley Federal de Sanidad Animal**

- Que exista una relación entre la salud de los animales y su bienestar. Que el bienestar de los animales requiere de proporcionarles alimentos y agua suficientes; evitarles temor, angustia, molestias, dolor y lesiones innecesarios; mantenerlos libres de enfermedades y plagas, y permitirles manifestar su comportamiento natural.
- El ser humano se beneficia de los animales de muy diversas maneras, y en ese proceso, adquiere la responsabilidad de velar por su bienestar.
- El estado de bienestar de los animales, utilizados por el ser humano con fines económicos, se asocia con mayor productividad y beneficios económicos.

**Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ZOO-1994, Especificaciones zoosanitarias para la construcción y equipamiento de establecimientos para el sacrificio de animales y los dedicados a la industrialización de productos cárnicos, en aquellos puntos que resultaron procedentes.**

- Todo establecimiento deberá poseer corrales de recepción y un corral para animales sospechosos de padecer enfermedades, con pasillos y mangas para permitir el manejo o alojamiento de los animales destinados a la matanza. Los corrales deberán identificarse y contar con tarjeteros.
- El área de corrales estará por lo menos a 6 m de distancia de otros locales o edificios. Su capacidad de recepción se calculará a razón de no menos de 2.50 m<sup>2</sup> por cabeza de bovino y de 1.20 m<sup>2</sup> por cabeza de porcino.
- Los pisos de las mangas y corrales deberán ser impermeables, resistentes a la corrosión, antiderrapantes y tendrán una pendiente mínima del 2% hacia los canales de desagüe respectivos. No deberán presentar baches ni deterioros que permitan el estancamiento de líquidos. Todos los corrales deberán tener techo a una altura mínima de 3 m.
- Los corrales dispondrán de bebederos de un metro como mínimo por cada 50 m<sup>2</sup> y el ancho será de 50 cm. por lo menos para bovinos; la altura del borde del bebedero oscilará entre 50 y 80 cm. del piso. Para porcinos se colocarán bebederos de copa o chupón. En caso de que el alojamiento de los animales sea mayor de 24 horas, los corrales deberán contar con comederos.
- Los bovinos y porcinos se someterán a un baño por aspersion antes de entrar al área de matanza.

**Norma Oficial Mexicana NOM-009-ZOO-1994, Proceso sanitario de la carne.**

- No podrá sacrificarse ningún animal dentro del establecimiento, sin previa autorización del médico veterinario oficial o aprobado.

- La inspección *antemortem* debe realizarse en los corrales del establecimiento con luz natural suficiente o en su defecto, con una fuente lumínica no menor de 60 candelas.
- El médico veterinario oficial o aprobado, vigilará que la insensibilización para la matanza de los animales, se realice de forma humanitaria con pistola de émbolo oculto, electricidad o cualquier otro método autorizado por la Secretaría.
- Que tomando en consideración la experiencia de algunas plantas Tipo Inspección Federal, el ganado bovino después de las 24 horas en los corrales disminuye su rendimiento, por lo que es necesario acortar el tiempo de descanso.
- Los porcinos deberán permanecer en los corrales de descanso de 12 a 24 Hrs. El tiempo de reposo podrá reducirse a la mitad del mínimo señalado, cuando el ganado provenga de lugares cuya distancia sea menor de 50 km.
- En el caso de bovinos, tendrán un tiempo de descanso mínimo de 3 horas, a fin de realizar la inspección *antemortem* y otras actividades necesarias para el manejo del ganado previo al matanza.
- Durante su estancia en los corrales, los animales deben tener agua en abundancia para beber y ser alimentados cuando el periodo de descanso sea superior a 24 horas.
- Los animales que dentro de las 24 horas posteriores a la inspección *antemortem* no hayan sido sacrificados, deberán ser nuevamente examinados por el médico veterinario oficial o aprobado.
- Deberá informarse al médico veterinario oficial o aprobado la existencia de todo animal muerto o caído en los corrales.
- El médico veterinario responsable dispondrá la matanza inmediata de los animales caídos, quedando prohibido introducir a la sala de matanza animales muertos. La disposición de éstos será de acuerdo al criterio del médico veterinario oficial o aprobado, pudiendo ser: a planta de rendimiento para su aprovechamiento como harina de carne y/o desnaturalización e incineración.

- Toda canal en la que se observe alguna lesión, cualquiera que sea la región anatómica, será enviada al riel de retención para el examen del médico veterinario oficial o aprobado. Las vísceras y cabeza que correspondan a esta canal, también serán separadas para una inspección minuciosa y no podrán ser lavadas ni cortadas antes del dictamen final.
- La inspección *postmortem* comprende: Observación macroscópica, palpación de órganos, corte de músculos, corte laminar de nódulos linfáticos, de cabeza, vísceras y de la canal en caso necesario.
- Debe revisarse el estado nutricional del animal, el aspecto de las serosas; presencia de contusiones, hemorragias, cambios de color, tumefacciones; deformaciones óseas, articulares, musculares o de cualquier tejido, órgano o cavidad y cualquier otra alteración.
- Cuando una parte de la canal se rechace a consecuencia de lesiones o traumatismos leves, la canal se marcará como retenida hasta retirar la porción dañada, la cual será decomisada.

**Norma Oficial Mexicana NOM-024-ZOO-1995, Especificaciones y características zoosanitarias para el transporte de animales, sus productos y subproductos, productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo por éstos.**

- Los vehículos destinados para el transporte de todo tipo de animales, deberá someterse a limpieza y desinfección antes y después de cada traslado.
- El desinfectante a emplear para cada vehículo, dependerá de la especie que se transporte y sólo se aplicarán desinfectantes autorizados por la Secretaría, para eliminar la posible presencia de microorganismos y la diseminación de enfermedades.
- Deberá evitarse el escurrimiento de orina, heces, cama o cualquier otra sustancia al exterior del vehículo durante el transporte de los animales.

- Cuando por mortalidad u otra causa mayor durante el transporte sea necesario eviscerar a los animales, las vísceras deberán ser mantenidas en bolsas de plástico hasta el destino final.

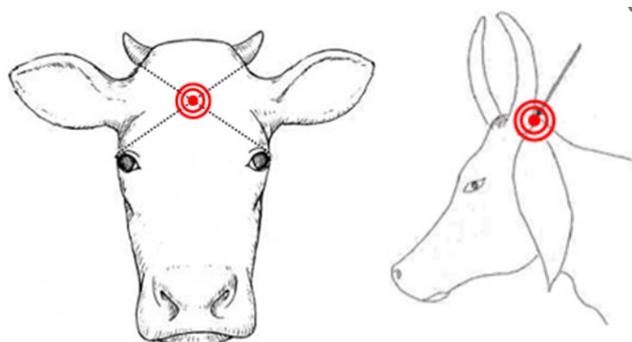
**Norma Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995, Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres.**

- Durante el manejo de los animales, los responsables deberán mantenerlos tranquilos, evitando los gritos, ruidos excesivos y golpes que provoquen traumatismos.
- Para el arreo, nunca deberá golpearse a los animales con tubos, palos, varas con puntas de acero, látigos, instrumentos punzocortantes u objetos que produzcan traumatismos.
- Los instrumentos, equipo e instalaciones para insensibilizar y sacrificar a los animales serán diseñados, construidos, mantenidos y usados de manera tal que se logre un rápido y efectivo resultado de su uso. Estos deberán ser inspeccionados por lo menos una vez antes de su uso, para asegurar su buen estado.
- Todos los animales de abasto llevados al cajón de matanza deben ser sacrificados humanitariamente sin demora alguna, previa insensibilización.
- No deberá permitirse que las operaciones de insensibilización y matanza de los animales se efectúe con más rapidez que aquella con la que pueden aceptarse las canales para las operaciones de faenado.
- Métodos de insensibilización y matanza por especie, bovinos: insensibilización de razas europeas y becerros cebuínos.- Se debe utilizar una pistola de perno cautivo de penetración. El punto de aplicación se calcula trazando dos líneas imaginarias a partir de la base inferior de los cuernos, que se dirijan cada una de la comisura externa del ojo opuesto; donde se cruzan las líneas se hará el disparo, colocando el cañón del pistolete en posición perpendicular al hueso frontal. Insensibilización para ganado cebú adulto.- Se debe utilizar una pistola de perno cautivo de penetración, cuyo punto de aplicación en la línea mediana será 2 a 3 cm abajo y atrás de la cresta nugal. El cañón

del pistolete será dirigido hacia la cavidad bucal. La potencia de los cartuchos dependerá del tipo de equipo utilizado y de la recomendación del fabricante. El desangrado por corte de yugular. Se deberá realizar dentro de los 30 segundos después de practicada la insensibilización.



**Imagen 4.** Colocación del electrodo para la insensibilización de porcinos.



**Imagen 5.** Colocación de la pistola de perno cautivo para la insensibilización de bovinos.

- Métodos de insensibilización y matanza por especie, porcinos: electroinsensibilización.- Se puede realizar en cuatro diferentes posiciones para los 2 electrodos, la aplicación de los electrodos no deberá hacerse colgando a los animales, se realizará dentro de un cajón de matanza con piso de material aislante para evitar la electrificación del piso, Cada electrodo colocado atrás de la oreja; cada electrodo colocado debajo de cada oreja; cada electrodo colocado en el espacio entre ojo y oreja; un electrodo entre los ojos y el otro atrás de una oreja. El voltaje aplicado deberá ser de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. El desangrado será por corte de vena cava anterior (vena cava craneal) introduciendo el cuchillo abajo del brazo izquierdo. Este se deberá realizar dentro de los 20 segundos después de la insensibilización. Debe

asegurarse que el animal se encuentra muerto antes de introducirlo al escaldado.

**Norma Oficial Mexicana NOM-051-ZOO-1995, Trato humanitario en la movilización de animales.**

- Cuando los animales se movilicen en grupos no homogéneos se deben subdividir en lotes, ya sea según especie, sexo, edad, peso o tamaño, condición física, función zootécnica o temperamento, y si se alojan en el mismo vehículo se usarán divisiones en su interior.
- En el caso de las especies endotermas como las aves y mamíferos, no serán transportadas en condiciones climáticas extremas.
- De preferencia, los responsables del manejo serán cuidadores o vaqueros a los que estén acostumbrados los animales y los reconozcan fácilmente.
- Los responsables del manejo para la movilización de los animales, deben mantenerlos tranquilos en todo momento, actuando sin brusquedad, evitando hacer ruido excesivo o dar gritos o golpes, para que los animales no sufran tensión ni se lastimen, agredan o peleen.
- Durante el arreo no debe golpearse a los animales con ningún objeto que pueda causarles traumatismos.
- Las maniobras de embarco y desembarco de animales deberán hacerse bajo condiciones de buena iluminación, tanto dentro como fuera del vehículo. Se debe evitar durante estas maniobras el contraste brusco entre la luz y la oscuridad, o dirigir haces luminosos de luz directamente a los ojos de los animales.
- Para la maniobra de embarco y desembarco de animales, el vehículo se debe retroceder lentamente, cuidando que no quede espacio entre su piso y la rampa, donde puedan quedar atrapadas las patas de los animales, evitando así que se caigan o fracturen.
- No deben sobrecargarse con animales los vehículos de movilización, debiendo respetarse las densidades de carga indicadas para cada especie animal.

- Para movilizar en el mismo vehículo a uno o varios animales de diferente procedencia, tamaño, condición física, edad o sexo, se debe contar con suficientes divisiones que permitan separarlos dentro del vehículo, según sea el caso.
- En caso de tener que amarrar a los animales para su movilización, nunca se sujetarán por las patas ni se utilizarán nudos corredizos que puedan causar su estrangulación.
- Deben inspeccionarse los animales periódicamente a lo largo del recorrido, para detectar aquellos que estén echados o caídos, tratando de evitar que sean pisoteados o sufran mayores lesiones, como hematomas o fracturas.
- Si el trayecto durante la movilización es largo, se recomiendan periodos de descanso, con o sin desembarco de los animales para que reciban agua o alimento periódicamente.
- En el caso de vehículos equipados adecuadamente para abreviar y alimentar a los animales en su interior, los periodos de descanso durante el trayecto se deben cumplir siempre con el vehículo estacionado bajo la sombra.
- Solamente se desembarcan a los animales para que descansen durante el trayecto cuando el certificado zoonosanitario vigente para esa movilización así lo permita, y si además existen lugares apropiados o corrales de descanso a lo largo del camino, que estén aprobados por la Secretaría.
- La movilización de los animales, ya sea por vía terrestre carretera o ferrocarril, aérea o marítima, debe realizarse con vehículos y/o contenedores diseñados o adaptados para este fin.
- La selección del tamaño, diseño, material y resistencia del vehículo, contenedor o jaula más apropiado, debe hacerse con base en la especie, número, tamaño, edad, sexo, fin zootécnico o comportamiento de los animales que se vayan a movilizar, incluyendo un método seguro para mantenerlo cerrado para evitar escapes de los animales o accidentes a terceras personas.

- Los vehículos o contenedores estarán diseñados y contruidos de manera que: los animales sean embarcados y desembarcados fácilmente, la ventilación sea de acuerdo con el clima y requerimientos de las especies animales de que se trate, sean fáciles de limpiar y estén equipados con rampas portátiles o dispositivos de emergencia que permitan el desalojo rápido de los animales.
- El piso deberá ser antiderrapante y estar en buenas condiciones; si no permite el drenaje y para absorber las excreciones, antes de embarcar a los animales, se acondicionará cubriéndolo con un material de cama limpio y seco, como arena, paja o aserrín, cuya cantidad será proporcional a la duración del viaje para prevenir superficies húmedas o lodosas antes de concluirlo.
- Si no tienen techo, deben contar con sistemas de cobertura como lonas o toldos, con la finalidad de proteger a los animales del sol, del frío y la lluvia, cuando se requiera.
- Las separaciones físicas en el interior de los vehículos, para la movilización de lotes de animales, deben ser de material resistente y estar bien sujetas en el interior para evitar que se muevan o sean derribadas fácilmente por los propios animales.
- Los interiores de los vehículos deberán tener la altura suficiente para prevenir golpes en la cabeza y el dorso de los animales que viajan, y además deben estar diseñados de tal forma que no haya escurrimientos de orina, estiércol, vómitos u otras excreciones. En el caso de vehículos de 2 pisos, los animales más pesados se colocarán en el piso de abajo y los más ligeros en el piso superior.
- Los embarcaderos deben estar ubicados en lugar accesible en el corral de manejo o cerca de éste, para evitar arreos innecesarios y manejo excesivo.
- En aquellos lugares donde no coincidan la altura del piso del vehículo y de las rampas fijas de embarcaderos, deberán existir rampas móviles.
- Características de las rampas fijas: en el extremo más alto debe haber una plataforma de aproximadamente 2 metros de largo, la altura de los pisos de la rampa y del vehículo deben coincidir, las paredes serán muy

sólidas y el piso firme y antiderrapante, el ancho de la plataforma y las rampas, entre las paredes, será aproximadamente de 2.5 m para desembarcar y guiar al ganado cómodamente, las rampas de concreto se recomienda que tengan escalones aproximadamente de 10 cm de altura o peralte y 30 cm de ancho o huella. Cada escalón debe tener algunas canaladuras profundas o el piso antiderrapante y su inclinación no debe exceder los 20 grados.

- El chofer debe contar con experiencia para manejar el vehículo y la carga que transporta, conduciendo con precaución, evitando arrancar y detenerse bruscamente y siempre deberá ir acompañado de un asistente.
- El periodo de movilización para el ganado bovino no debe exceder de 18 horas sin descanso y sin darles agua de bebida: los periodos de descanso sin desembarcar al ganado durante los viajes por vía terrestre, deben ser por lo menos de 3 horas y en el caso de movilizaciones más prolongadas de 24 horas, además de los descansos cada 18 horas, se les ofrece alimento a los animales.
- En el caso de vacas gestantes dentro de los dos primeros tercios de la gestación y de becerros hasta de 6 meses de edad, no deben movilizarse por más de 8 horas sin descanso, y sin ofrecerles agua y alimento.
- Los sementales deben movilizarse individualmente o separados del resto de los animales por medio de divisiones en el interior del vehículo.
- En vehículos o contenedores con techo, el espacio mínimo entre el piso y techo será de aproximadamente un tercio más alto de la altura promedio a la cruz de los animales del embarque.
- La mayoría de los porcinos que se movilizan son animales para pie de cría o de abasto con destino al rastro, si son adultos, toleran bastante bien las temperaturas frías, en cambio el calor resulta un inconveniente, y si es extremo, se recomienda darles un baño de aspersion durante viajes largos, y aquí la presencia de lluvia resultaría conveniente.
- El periodo de movilización en porcinos no debe exceder de 20 horas; el periodo de movilización sin descanso no debe exceder de 8 horas; los

periodos de descanso durante el trayecto se cumplirán por lo menos cada 8 horas con los animales dentro del vehículo, estacionándolo bajo la sombra por periodos que no excederán de 1 hora.

- Los pisos de vehículos para movilización de porcinos se recomienda que cuenten con una serie de soleras o tiras de metal con bordes redondeados de 2-3 cm de alto bien fijas y que corran a lo ancho y largo del camión, con la finalidad de favorecer el apoyo de las patas para evitar que resbalen y para favorecer que se levanten, disminuyéndose así las pérdidas por fracturas y golpes.
- El espacio mínimo recomendado para movilizar porcinos es de 0.45 m<sup>2</sup> por porcino con promedio de 100 Kg de peso vivo.

### **Calidad de la carne**

Los factores que en la actualidad se cree que influyen en la calidad de la carne se sitúan en tres periodos de tiempo diferentes: en la granja, *antemortem* y *postmortem*. Tradicionalmente los factores inherentes o que afectan en la granja se han considerado como los más importantes, pero en los sistemas de producción modernos se ha reconocido la mayor importancia del manejo *antemortem* del animal y del manejo *postmortem* de la canal (Mota *et al*, 2010).

*Calidad de la carne de bovino.* Los factores que afectan en la granja incluyen la raza, el sistema de manejo, la alimentación y la nutrición, la edad y madurez a la matanza. La genética influye sobre diferentes factores de la calidad de la carne, pero generalmente se circunscriben a características muy específicas. Frecuentemente se piensa que la mejor carne de vacuno se obtiene de las razas de carne como la raza Hereford y Aberdeen Angus, más que de las razas lecheras como la raza Friesian, Holstein y la Jersey. Ciertamente las razas de carne producen canales con mejor conformación y músculos mayores. Frecuentemente los animales pertenecientes a las razas lecheras presentan contenidos más elevados de grasa de veteado en la carne, la grasa de veteado contribuye a la jugosidad y a la terneza. La carne de

animales del tronco cebuino (*Bos indicus*) tiende a ser más dura que la de las razas europeas (*Bos taurus*) (Mota *et al*, 2010).

*Calidad de la carne de porcino.* Los principales factores que influyen sobre la calidad de la carne de porcino son los que determinan que el músculo muestre características PSE o DFD, que tengan un pH final anormal y el nivel de grasa intramuscular que presente. El principal factor que influye sobre el pH es el gen halotano, se llama de esta manera porque su presencia en porcinos como genotipo doble recesivo provoca sensibilidad al gas anestésico halotano. Se descubrió que el gen halotano estaba íntimamente asociado a la susceptibilidad al estrés en algunas razas o líneas porcinas. Las razas susceptibles presentaban dificultad para soportar episodios de estrés, así como una mortalidad relativamente alta durante el transporte y producían canales que tenían una elevada incidencia de carnes PSE. La carne proveniente de razas mejoradas tiende a ser más pálida de color y a perder más exudado durante el almacenamiento. También se crían verracos para matanza, pero en promedio, la canales de verracos siempre muestran valores más altos de manchas de sangre en la piel (petequias y equimosis) causadas por las peleas durante el periodo anterior al matanza. Un problema serio de la grasa de canales de verracos es la aparición ocasional de un olor anormal y desagradable cuando se calienta, tal y como ocurre durante el cocinado. Este hecho es conocido como “olor a verraco” (Mota *et al*, 2010).

*El ayuno y su relación con el pH y la calidad de la carne.* El periodo de retirada de pienso es un parámetro a tener en cuenta por su relación con su grado de amplitud de caída de pH registrado en las 24 horas posteriores a la matanza de los animales ( $\text{pH}_{24}$ ) y su posible implicación en el desarrollo de carnes PSE (Pale, soft, Exudative) y DFD (Dark, Firm and Dry). En el caso de periodos prolongados de ayuno se reduce una gran cantidad de carbohidratos disponibles para la conversión *postmortem* de glucógeno en ácido láctico, determinando un aumento del pH final ( $\text{pH}_{24}$ ). El resultado final es la obtención de carnes menos ácidas que presentan una mejor capacidad de retención de agua (CRA) y un color rojo más vivo (Mota *et al*, 2010).

De acuerdo con estudios, se observa que los índices más bajos de carnes DFD y PSE fueron alcanzados con periodos de ayuno comprendidos entre 14 – 22 horas y 18 – 22 horas respectivamente (Mota *et al*, 2010).

*Hidratación de los animales durante el ayuno.* La hidratación sin restricciones de los animales durante la fase de ayuno previo a la matanza es importante para mantener su estado físico y fisiológico. La deshidratación de los animales durante la fase previa a la matanza puede resultar en carnes con menor vida de anaquel, más oscuras y duras, como así han demostrado diversos estudios (Mota *et al*, 2010).

## **Atributos de la calidad de la carne**

### **Color**

El color de la carne depende de la cantidad y estado químico de los pigmentos, proteínas, hemoglobina y mioglobina (Téllez, 2005); es variable de acuerdo a la edad, alimentación y ejercicio. Particularmente en bovinos, el sexo es un factor relevante. La carne de los machos es más oscura que la de las hembras, la de los animales pastoreados presenta tonalidades más subidas que la de los confinados; las carnes grasas son menos rojas que las magras. Por otra parte, según la región muscular de que se trate, así presentará la intensidad de su coloración; los músculos más irrigados son más rojos que los débilmente irrigados, además, mientras más tiempo pasen las canales expuestas al aire, más se van oscureciendo por la acción del oxígeno sobre la hemoglobina (SAGPyA, 2008).

El color normal de la carne de porcino fluctúa entre un rojo y rosado. La variación en el color puede obedecer a los siguientes factores presentándose el color más oscuro por resultado de aumento de oximioglobina (pigmento de color) por edad avanzada del animal, músculo o grupo de músculos con mayor actividad fisiológica (músculos flexores o extensores), penetración de oxígeno en la superficie, contaminación bacteriana, deshidratación en la superficie, falta de acumulación de ácido láctico después del matanza o condición DFD. El

color rosa pálido casi gris se puede presentar como consecuencia de una rápida conversión de glucógeno muscular a ácido láctico con un pH muscular bajo (Eusse, 2000).

En bovinos el color normal de la carne es rojo púrpura o también rojo cereza brillante, que adquiere tonalidades claras como en las carnes de animales jóvenes, las provenientes de hembras y de los animales alimentados con concentrados. Adquieren tonalidades oscuras, cuando son de animales machos, viejos y alimentados con forrajes verdes. También cuando las carnes sufren procesos de oxidación, cuando están muy contaminadas y especialmente cuando los animales no han sido beneficiados técnicamente. Hay ciertos músculos más oscuros que otros, por la función que desempeñan en el animal (Téllez, 2005).

### **Olor**

El olor en la carne se debe a la presencia de ácidos grasos volátiles y varía de acuerdo a la edad, sexo, alimentación, sistema de explotación, etc. Los animales salvajes tienen carnes más olorosas debido a las yerbas que consumen, un poco menos los mejorados, alimentados en pastoreo y menos aún los explotados en confinamiento. Describir el olor de la carne, no es fácil, lo más que puede decirse, es que es un olor *sui generis* y particular para cada especie, que se transforma en repugnante cuando entra en descomposición (SAGPyA, 2008). Esta característica no es tan perceptible como la anterior, en el caso de vacunos, y peor en el caso de la carne fresca, cruda (Téllez, 2005).

### **Sabor**

El sabor de la carne de porcino está íntimamente relacionado con el color de la misma y se acentúa de acuerdo a la proporción de grasa, dependiendo también de la edad y alimentación entre otros factores. La carne de porcinos jóvenes tiene generalmente mal sabor, debido a la abundancia de conjuntivo y a la carencia de grasa, pero la grasa no debe ser tampoco exageradamente abundante, porque entonces las carnes también saben mal; se considera que un 35% de grasa es suficiente y debe estar además bien infiltrada en el tejido muscular (SAGPyA, 2008). Tanto el olor y sabor de la

carne de bovino, es más pronunciados cuando proviene de animales machos, viejos, de alimentación variada y en el caso de carnes maduras (Téllez, 2005).

### **Textura**

Término utilizado al referirse al mayor o menor grado de suavidad o blandura de la carne. La textura de la carne, estando cruda, se examina en un corte transversal a la altura de la 12<sup>a</sup> costilla, la superficie muscular y si ésta, es de una apariencia táctil y visual, aterciopelada uniforme y lisa, será suave; si es jugosa, opaca y áspera, será una carne dura. Esta sensación se explica por la mayor o menor presencia de tejido conectivo. La blandura de la carne, está dada por el tamaño y desarrollo del tejido conectivo, por su mayor o menor porcentaje en el tejido muscular. En función del rol de los diversos músculos que hay en los animales, también se pueden obtener carnes blandas (solomillo, lomo) y carnes duras (pescuezo, osobuco, etc.) (Téllez, 2005).

## Química de los tejidos animales

### Proteínas

Las proteínas constituyen el mayor componente del cuerpo del animal y en la célula muscular son las responsables de la contracción. Las proteínas del músculo son trascendentes en los cambios *postmortem* involucrados en la transformación de músculo a carne.

Las proteínas del músculo se pueden clasificar en grupos dependiendo de su localización. Aquellas que forman parte del aparato contráctil son tipificadas como proteínas miofibrilares. Las proteínas sarcoplásmicas incluyen todas las enzimas metabólicas de la célula muscular, el pigmento mioglobina y los componentes proteicos del núcleo y de los lisosomas (Price y Schweigert, 1994).

*Proteínas sarcoplásmicas.* Este grupo incluye muchas proteínas solubles involucradas en el metabolismo anaerobio, las enzimas mitocondriales del ciclo de los ácidos tricarbóxicos y los de la cadena transportadora de electrones. Todas estas proteínas y otras son necesarias para el metabolismo de la fibra muscular *in-vivo* y también juegan un destacado papel en los cambios que se producen tras la muerte durante su transformación en carne. Dos grupos de estas proteínas influyen sobre la calidad de la carne durante la fase *postmortem* y su procesado. Son los pigmentos y las proteasas musculares (Price y Schweigert, 1994).

*Mioglobina.* Es el pigmento responsable de color rojo de la carne fresca y sirve como depósito o transportador de oxígeno en el músculo vivo. El oxígeno que llega al músculo con la hemoglobina difunde desde los capilares a la fibra muscular, donde es unido a la mioglobina para su posterior uso en el metabolismo aerobio. La cantidad de mioglobina presente en el músculo depende del tipo de fibra, normalmente las fibras de tipo II son ricas en enzimas glicolíticas pero pobres en metabolismo aerobio y contienen poca mioglobina, mientras que las fibras de tipo I contienen muchas mitocondrias, lo

que supone una alta demanda de oxígeno y son ricas en mioglobina. El contenido de mioglobina es alto en carne de vacuno y bajo en la carne de pollo. En general el contenido de mioglobina aumenta con la edad (Price y Schweigert, 1994).

*Hemoglobina.* Si el sangrado se realiza correctamente, el músculo pierde la mayoría de su sangre. Sin embargo siempre se retiene una pequeña cantidad de hemoglobina y plasma sanguíneo. La hemoglobina es la proteína transportadora de oxígeno localizada en los eritrocitos, cuya misión principal es la de transportar oxígeno a todas las células y eliminar el CO<sub>2</sub> que resulta del metabolismo aerobio; ésta consta de 4 subunidades (Price y Schweigert, 1994).

*Proteinasas del músculo.* Las proteinasas del músculo se clasifican en tres grupos según su pH óptimo. Hay proteasas alcalinas y neutras que parecen ser enzimas solubles libres en el plasma, y hay proteasas ácidas o catepsinas encontradas en el interior de los lisosomas (Price y Schweigert, 1994).

- Proteasas alcalinas: Actúan a pH 8.5 a 9, una proteasa muscular.
- Proteasa neutra activada por el calcio: Llamada CAF o factor activado por el calcio, ubicada en el sarcoplasma y teniendo un pH óptimo de 7.5, ataca la Troponina T y la Tropomiosina; en grandes cantidades ataca la miosina. Provoca el ablandamiento postmortem aunque los pH en este momento no son neutros.
- Proteasas ácidas: Son las Catepsinas (A, B, C, D, E y L) que se encuentran en los lisosomas, la Catepsina D hidroliza la actina y la miosina, la Catepsina L a las anteriores y la Troponina y Tropiomiosina. La Catepsina A hidroliza fragmentos del ataque del resto (FRAGRO, 2011).

*Proteínas del tejido conectivo.* La función biológica del tejido conectivo incluye la protección mecánica del organismo, así como la de conectar músculos, órganos y otras estructuras al esqueleto y unos con otros. En el músculo la principal función del tejido conectivo es la de transmitir la fuerza

generada por las fibras musculares al esqueleto. Así, el colágeno en el tendón es muy inelástico, minimizando cualquier absorción de la energía producida en la contracción (Price y Schweigert, 1994).

*Colágeno.* Las fibras de colágeno de la carne fresca son blancas. Las fibras de colágeno tienen apariencia ondulada o rizada, que desaparecen cuando se someten a alguna tensión. Los tipos de colágeno importantes para la evaluación en la línea de la carne son el colágeno Tipo I que forman fibras estriadas en vasos sanguíneos, tendones, piel y músculo; el Tipo II que forma fibras en el cartílago hialino; y las fibras reticulares de Tipo III halladas en el endomisio de los músculos y alrededor de las células adiposas (Swatland, 1995).

*Fibras elásticas y elastina.* La elastina es la proteína de la que están compuestas las fibras elásticas. La elastina resiste condiciones químicas drásticas, como extremos de alcalinidad y acidez y calor que destruirían al colágeno. Afortunadamente hay pocas fibras elásticas en el músculo, los tratamientos culinarios poco harían para reducir la dureza de la carne (Swatland, 1995).

## **Grasas**

La grasa es un componente mayoritario de la canal de los animales de abasto, superado sólo por el contenido de agua. Comprende entre 18 – 30% del peso de la canal del ternero y el 12- 20% del peso vivo de un porcino listo para el mercado (Price y Schweigert, 1994).

El término grasa animal comprende todas las especies de lípidos, incluyendo triglicéridos (el tipo dominante), fosfolípidos, esteroides y ésteres de esteroles y otros lípidos sí están presentes. Los lípidos se encuentran en el espacio intermuscular e intramuscular, en el tejido adiposo, en el tejido nervioso y en la sangre (Price y Schweigert, 1994).

*Los ácidos grasos.* La mayoría de los ácidos grasos encontrados en la grasa animal constan de una cadena lineal con un número par de átomos de

carbono, aunque una pequeña cantidad de cadenas ramificadas y ácidos grasos de número impar de átomos de carbono se ha hallado en las grasas de vacunos y ovino. Los ácidos grasos saturados y los monoinsaturados son los predominantes, aunque la manteca de porcino puede contener más de un 14% de ácido linoleico que tiene dos enlaces doble en su cadena (Price y Schweigert, 1994).

### **Carbohidratos**

Son más abundantes en tejidos vegetales que en tejidos animales, el contenido de glúcidos en las plantas generalmente supera el 20%, mientras los tejidos animales sólo contienen el 1% de peso húmedo, sin embargo excluyendo al colágeno, quizá sean los carbohidratos del músculo quienes influyan en mayor medida en las propiedades de la carne (Price y Schweigert, 1994).

La cantidad de glucógeno presente al matanza, y la velocidad y extensión de la glicólisis postmortem, afectan al color del músculo, la textura, a la firmeza, a la capacidad de retención de agua, a la capacidad emulsificante y a su vida útil. Además los glicosaminoglicanos y proteoglicanos contribuyen indudablemente en la dureza de la carne (Price y Schweigert, 1994).

### **Compuestos inorgánicos**

Aproximadamente el 96% del organismo del animal es oxígeno, carbono, hidrógeno y nitrógeno. Gran parte del oxígeno y del nitrógeno se encuentran en forma de agua, que constituyen alrededor de 2/3 del peso corporal. El resto de los elementos más todo el nitrógeno, la mayoría del carbono y el azufre y algo del fosfato se encuentra formando parte de compuestos orgánicos tales como proteínas, lípidos, glúcidos, ácidos nucleicos, nucleótidos, etc. Sólo un 3.5% del peso corporal es materia inorgánica, esencialmente en forma de compuestos de calcio, fósforo, potasio, azufre, sodio, cloro y magnesio; de los cuales predominan el calcio y el fósforo como componentes de los dientes y huesos (Price y Schweigert, 1994).

Los compuestos inorgánicos son muy estables en la carne durante el almacenamiento, la manipulación y el procesado. Las pérdidas por goteo al cortar la carne fresca, así como las asociadas con el cocinado y la descongelación de la carne congelada producen solo una pequeña reducción de estos lixiviados de los tejidos. Muchos iones particularmente los de cobre, hierro, manganeso, cloro y cobalto, pueden catalizar la oxidación de los lípidos de la carne que desemboca en rancidez durante el almacenamiento (Price y Schweigert, 1994).

### **Agua**

Cuantitativamente, el agua es el constituyente más importante de la carne. El contenido de agua varía con el grado de engrasamiento de la canal y con el modo de despiezarla. La proporción entre proteína y agua es casi constante en un amplio rango de contenido graso. Esta regla se aplica a la carne de porcino procedente de animales con un peso vivo a la matanza de más de 90 kg y a la de bovino con pesos vivos superiores a los 450 kg. En animales jóvenes esta relación es menor (Price y Schweigert, 1994).

La variación en la capacidad de retención de agua se relacionan con el modo en que el agua físicamente unida es encerrada en la estructura cárnica. En la canal existen músculos con diferencias considerables en cuanto al pH, el grado de contracción y el tipo de fibra, por lo que es normal esperar variaciones en la capacidad de retención de agua de los diferentes músculos. De la misma forma, uno esperaría variaciones entre los individuos, especialmente en cuanto al sexo, estado nutritivo y el manejo antes del matanza. El predominio de fibras rojas tiende a favorecer pH altos y consecuentemente una alta capacidad de retención de agua. Esta observación también se aplica a la carne de porcino, donde además, las fibras rojas tienen longitudes de sarcómero más altas. Las diferencias en la capacidad de retención de agua son más acusadas cuando el porcino es sensible al estrés (Price y Schweigert, 1994).

La velocidad en la capacidad de retención de agua de la carne en la canal también se ve afectada por la velocidad de enfriamiento tras la matanza y la posición de la carne en relación con la superficie de la canal. Los músculos

más profundos ven caer su pH más de prisa que los superficiales y están expuestos a pH por debajo de 6 mientras la temperatura todavía está por encima de los 30°C (Price y Schweigert, 1994).

### **La función muscular y los cambios *postmortem***

Los cambios que se producen en el músculo vivo y en los tejidos tras la muerte son similares, excepto por la incapacidad de los tejidos para sintetizar o eliminar ciertos metabolitos después de la muerte fisiológica. Las rutas de la contracción y la relajación muscular difieren sólo débilmente de las desarrolladas en el rigor mortis (Price y Schweigert, 1994).

### ***Rigor mortis***

El desarrollo del *Rigor mortis* ocurre poco después de la muerte y se caracteriza por la rigidez e inextensibilidad de los músculos. Los cambios químicos que ocurren durante el desarrollo de este proceso incluyen un descenso en el pH y en la concentración de ATP y creatín fosfato. Conforme la concentración de ATP disminuye, se produce una rápida disminución en la extensibilidad del músculo (Price y Schweigert, 1994).

*Influencia de las modificaciones en el rigor y la maduración en las propiedades de la carne.* La carne pre-rigor es bastante tierna, pero se endurece progresivamente hasta que se completa el rigor, y después disminuye su dureza conforme madura. Parece ocurrir este mismo comportamiento en todas las especies, aunque los cambios correspondientes ocurren más rápidamente en las aves. Aunque la causa exacta del endurecimiento durante el *Rigor mortis* no se conoce, parece estar asociado al acortamiento del músculo. El aumento de la dureza es menos si los músculos sufren una tensión que prevenga el acortamiento durante la fase de rigor, o si se administra una inyección antes de la muerte de un quelante del calcio, que bloquee la interacción actina-miosina (Price y Schweigert, 1994).

### **La maduración de la carne**

Para mejorar la palatabilidad, se emplea ampliamente la maduración o mantenimiento de la carne a temperaturas justo por encima de la congelación

(0 a 5°C) durante periodos de tiempo desde unos pocos días a unas semanas. Es una práctica común mantener toda la carne unos pocos días tras la matanza, pero la maduración de la carne durante más tiempo normalmente se realiza sólo en canales de vacuno de alta calidad (Price y Schweigert, 1994).

La maduración de la carne disminuye su dureza y también desarrolla el sabor. Sin embargo, algunos consumidores no aprecian el sabor de la carne madurada. El mecanismo por el que ocurre la disminución de la dureza durante la maduración no se comprende completamente todavía, pero parece ser debido a las enzimas endógenas del músculo, tales como las catepsinas, el factor activado por el calcio (CAF) u otras proteasas. Se sabe que cambios sutiles en la estructura pueden causar las modificaciones físicas más relevantes en las propiedades de las proteínas y sugiere que éste puede ser el caso durante la maduración de la carne (Price y Schweigert, 1994).

### **Acortamiento por frío**

La causa básica del acortamiento por frío parece ser la incapacidad del retículo sarcoplásmico (SR) para secuestrar y unir el exceso de iones de calcio, liberados del SR y de las mitocondrias bajo la influencia de bajas temperaturas y bajos valores de pH en el músculo pre-rigor. Los músculos del porcino no se ven afectados gravemente por este fenómeno. Las carnes de cordero y bovino son extremadamente susceptibles a sufrir esta alteración, parece ser que debido a su alta proporción de fibras rojas. Las fibras rojas contienen más mitocondrias y tienen un SR menos desarrollado, lo que contribuye a la sensibilidad de los músculos rojos al acortamiento por el frío (Price y Schweigert, 1994).

Las mitocondrias en los músculos rojos liberan grandes cantidad de  $\text{Ca}^{++}$  bajo el influjo de condiciones ambientales frías, aportando así la mayor contribución al acortamiento por el frío. Sin embargo, algunos autores atribuyeron tanto al SR como a la mitocondria el acortamiento por el frío. En esta teoría, el detonante fundamental de acortamiento por el frío es la exposición del músculo rojo en pre-rigor a temperaturas frías (menos de 10°C), lo que causa la salida de iones de  $\text{Ca}^{++}$ . Desde la mitocondria y el SR hacia el

espacio intracelular. Estos iones calcio inducen la interacción entre la miosina y actina causando la contracción y el acortamiento. La caída en el pH que generalmente ocurre tras la muerte reduce además la capacidad del SR y la mitocondria para unir  $\text{Ca}^{++}$ , causando la liberación de grandes cantidades de  $\text{Ca}^{++}$  y colaborando al acortamiento. Por otro lado, la elevación de temperatura y/o el mantenimiento a un pH relativamente alto (cercano a la neutralidad) incrementará la capacidad de la mitocondria para unir calcio y la del SR para unir y eliminar los iones de  $\text{Ca}^{++}$  adicionales del espacio intracelular. El efecto neto es que los iones de  $\text{Ca}^{++}$  libres intracelulares son secuestrados por el SR y el músculo se relaja (Price y Schweigert, 1994).

### **El rigor de la descongelación**

Consiste en un acortamiento que ocurre al descongelar una carne que ha sido congelada en un estado pre-rigor. El rigor de la descongelación ocurre mientras la concentración de ATP es todavía relativamente alta (40%); de manera parecida en lo que pasa en el acortamiento por frío. Se ha demostrado que el rigor de la descongelación puede ser más crítico incluso en la relación con la dureza de la carne si esta carne congelada en estado de pre-rigor es cocinada desde el estado congelado (Price y Schweigert, 1994).

### **Defectos en la calidad de la carne**

La energía requerida para la actividad muscular en un animal vivo se obtiene de los azúcares (glucógeno) presentes en el músculo. En un animal sano y descansado, el nivel de glucógeno de sus músculos es alto. Una vez muerto el animal, este glucógeno se convierte en ácido láctico y el músculo y la canal se vuelven rígidos (rigor mortis). Este ácido láctico es necesario para producir carne tierna, y de buen sabor, calidad y color. Pero si el animal está estresado antes y durante la matanza, se consume todo el glucógeno y se reduce el nivel de ácido láctico que se desarrolla en la carne luego de su muerte. Esto puede tener efectos adversos muy graves en la calidad de la carne (FAO, 2001).

El metabolismo del glucógeno intramuscular tiene un efecto importante en la conversión de músculo a carne y en los atributos de calidad de ese producto. Los dos aspectos de calidad más importante en la carne fresca son el músculo PSE y DFD, siendo el PSE el de mayor importancia económica. Ambos son el resultado de la conversión anaeróbica de glucógeno a ácido láctico, dando así el pH final de la carne (Hui *et al*, 2006).

### **Efecto del estrés sobre la calidad de la carne**

Como consecuencia de la muerte del animal, la glucosa extracelular ya no puede ser utilizada como fuente de energía para el metabolismo, de modo que solo quedado disponibles fuentes intracelulares para continuar con la glucólisis: ATP, creatinfosfato, glucosa y glucógeno. Ni el ATP ni la creatinafosfato se encuentran en grandes cantidades en el músculo, quedando la glucosa y el glucógeno como principales fuentes de energía para la glucólisis. La acumulación de ácido láctico (producto de la glucólisis anaerobia postmortem) y el descenso del pH muscular postmortem dependen fundamentalmente de la cantidad de glucógeno presente en los tejidos al momento del matanza (Hui *et al*, 2006).

La propiedad más estudiada de la carne es la “capacidad de retención de agua” (CRA), de la cual dependen otras, tales como el color y la textura. La CRA se define como la propiedad de una proteína cárnica de retener agua; ésta influenciada por el pH de las carnes, por cambios postmortem y por la adición de sales. La CRA suele disminuir después de la muerte del animal (trasudado). El pH influye sobre la CRA porque afecta las cargas de las proteínas de forma que la retención es mínima en el punto isoeléctrico (obtenido durante la glicólisis posterior a la muerte) y máxima cuando el pH del músculo continúa alto (Mota *et al*, 2012). Cuando el animal se estresa durante el proceso de matanza, se agota el glucógeno muscular y, por lo tanto, el pH final de la carne es alto (superior a 6.0) y, por ende, las proteínas se encuentran fuera de su punto isoeléctrico (Hui *et al*, 2006). La actividad antes del sacrificio, sin que se recuperen las reservas de energía, hace que los músculos sean algo deficientes en glucógeno y, por consiguiente, que el pH final sea alto, manteniendo un CRA elevada (Mota *et al*, 2012).

El músculo DFD se caracteriza por ser oscuro, firme y seco, con una estructura que absorbe lentamente las sales curantes. Se ha reportado que los niveles altos de pH producen un incremento en la CRA, reflectancia de menor cantidad de luz, color más oscuro y mayor dureza, favoreciendo además el crecimiento microbiano. Asimismo, se presenta una apariencia seca o pegajosa característica de la condición DFD (Mota et al, 2012).

Cuando el animal, especialmente los porcinos, lucha antes de la matanza, el nivel de glucógeno muscular aumenta. Luego de la muerte del animal el glucógeno muscular se va destruyendo, el ácido láctico comienza a acumularse y el músculo se acidifica gradualmente. Esta acumulación de ácido láctico determina el descenso del pH muscular tras la muerte del animal. Conforme el pH desciende, y en particular si lo hace más rápidamente cuando la temperatura de la canal es todavía alta, las proteínas musculares se desnaturalizan y su capacidad de retener agua disminuye. Si el pH sigue descendiendo llega un momento que se alcanza el punto isoeléctrico de las proteínas miofibrilares, actina y miosina, las cuales pierden su carga eléctrica y la capacidad de retener agua en forma definitiva (Mota et al, 2012).

La mayor cohesión en la estructura miofibrilar (incremento de la interacción proteína-proteína en detrimento de las asociaciones proteína-agua) y la desnaturalización proteica, se traduce en mayor difusión y menor penetración de la luz y, por ende, la carne aparece más pálida. Este tipo de carne está asociado con características genéticas de algunas razas porcinas como Pietrain y Large Withe (Hui et al, 2006).

Como consecuencia de la carga y descarga de los animales a los vehículos, en los cuales son transportados hasta el mercado y/o hasta el matadero, y del transporte propiamente dicho, se genera una mayor interacción social, mayor agresividad y mayor susceptibilidad a los malos manejos. Todo esto ocasiona un incremento en el número de hematomas, contusiones y traumatismos o magulladuras, que generan una depreciación en la calidad de la carne. En Estados Unidos el 48% de las canales de bovinos presentan algún

grado de magulladuras que ocasionan pérdidas económicas por ser visualmente objetables por parte de los consumidores, las cuales deben ser decomisadas por no ser aptas para consumo humano (Hui et al, 2006).

### **Carne PSE y DFD en Porcinos**

El músculo PSE es causado por una combinación de factores que estresan al animal y causan un rápido declive en el pH; este fenómeno se ha encontrado en porcinos, bovinos, pavos y pollos. Los músculos *Bíceps femoris* y *Longissimus dorsi* son particularmente susceptibles a esta condición (Hui et al, 2006).

La carne PSE se caracteriza por poseer un color muy claro, ser blanda y acuosa y tener una estructura abierta. El abundante exudado hace a la carne poco atractiva, especialmente cuando el exceso del fluido se acumula en el envase. La incidencia de los porcinos PSE se ha incrementado con la selección por magrura y cantidad de carne, pero se desconoce si se debe a una relación directa, o simplemente es un asociación casual que ocurrió en los animales utilizados en el proceso de selección (Price y Schweigert, 1994).

La causa fundamental del desarrollo de la alteración PSE parece ser una mayor velocidad de la glicólisis en los primeros momentos *postmortem*, mientras que la temperatura de la canal todavía se mantiene alta. La caída rápida del pH causa la desnaturalización de las proteínas sarcoplásmicas que precipitan sobre las proteínas miofibrilares, el factor crítico parece ser la caída rápida del pH hasta 5.3 – 5.4 mientras la canal todavía se mantienen caliente (38 °C) (Price y Schweigert, 1994).

La medida del pH muscular a los 45 minutos *postmortem* permite determinar las carnes exudativas (PSE), las cuales tienen una caída de pH más acelerada (pH <6 a los 45 minutos *postmortem*) y el *Rigor mortis* se adelanta con lo cual se produce una alteración en la capacidad de retención de agua, que provoca exudación exagerada y palidez (Hui et al, 2006).

Los productores de porcinos, las plantas de matanza, las procesadoras de productos cárnicos y los consumidores, se ven afectados por una de las condiciones más importantes que merman la calidad de la carne, tal como es la miopatía pálida, suave y exudativa, PSE por sus siglas en inglés (Pale, Soft and Exudative), provocando grandes pérdidas económicas y alterando negativamente a toda la cadena productiva de la carne. Esta condición es el resultado de la conversión anaeróbica acelerada de glucógeno a ácido láctico, alterando así el pH final de la carne. La afección PSE es causada por una combinación de factores que estresan al animal y causan un rápido declive del pH inicial (Mota *et al*, 2010).

La afección PSE ocurre como consecuencia de numerosos factores extrínsecos e intrínsecos. Dentro de los factores extrínsecos se encuentra la alimentación, las condiciones ambientales, los diferentes tipos de producción (extensiva e intensiva), el manejo de los animales en la granja, el transporte, el descanso de los animales en la planta de matanza, el manejo antes de la matanza en la planta y un aturdimiento inadecuado. Dentro de los factores intrínsecos están principalmente el mejoramiento genético, las diferencias metabólicas entre fibras musculares y la conformación sexual (Mota *et al*, 2010).

*Genética.* Durante los últimos 50 años, la selección intensiva para desarrollar músculo y disminuir la deposición grasa, ha contribuido a incrementar la incidencia del síndrome de estrés porcino en los porcinos vivos, así como el aumento en miopatía PSE. Por lo que la relación entre la susceptibilidad genética al estrés y la calidad de la carne han sido consideradas como la causa principal de la condición PSE. La calidad de la carne se afecta debido a dos mutaciones en el genoma del porcino: el gen Rendimiento Napole (RN) y el gen Halotano.

*Transporte.* El transporte es considerado como un factor de estrés en los porcinos, su efecto es importante en la calidad de la carne. Por consiguiente, se debe prestar especial atención a este punto para minimizar la tensión en los animales.

Entre los factores estresantes que afectan al bienestar en el transporte están las variaciones en la velocidad, vibraciones del camión, contacto con extraños y alta densidad de carga.

*Reposo.* Los animales pueden estresarse por cualquier tensión psicológica (el manejo, los nuevos sucesos), o las tensiones físicas (como el hambre, la sed, la fatiga, las lesiones o las temperaturas extremas). Los ayunos prolongados (mayor a 16 horas) no son recomendables, debido a que las reservas energéticas del músculo se pueden restablecer a partir de los depósitos grasos, repercutiendo negativamente en la calidad de la carne, rendimientos en canal y pérdidas de peso corporal. Durante el periodo de descanso, los animales pueden recobrar más del 1% del peso perdido durante el transporte.

*Método de aturdimiento.* En porcinos, el aturdimiento eléctrico favorece la formación de carnes PSE y la aparición de petequias en la canal. Se ha demostrado que los 5 minutos previos a la matanza tienen un impacto fundamental en la calidad de la carne, ya que si el manejo *antemortem* es estresante, incluyendo el aturdimiento y desangrado, se da lugar a un nivel de cortisol más alto en la sangre incrementándose la presencia de PSE. Este proceso produce un descenso anormal del pH muscular, favoreciendo la desnaturalización de proteínas, reduciendo la capacidad de retención de agua y aumentando la palidez de la carne (Mota *et al*, 2010).

De acuerdo con la apariencia visual y física de la superficie, la carne PSE se observa suave, húmeda, pálida y con abundante exudado; durante la cocción aumenta la pérdida de líquido y, en consecuencia, la carne resulta fibrosa y seca y de pobre sabor. La combinación de pH bajo y temperatura alta causan la desnaturalización de algunas proteínas musculares y la reducción en la cantidad de agua de las miofibras. Los parámetros considerados como definitorios de carne PSE son: pH<6 a los 45 minutos *postmortem* (Mota *et al*, 2010).

Los músculos de porcino con pH alto a los 45 minutos *postmortem* tienen mayor susceptibilidad a producir carne DFD (Hui *et al*, 2006). La carne DFD se caracteriza por ser oscura, firme y seca, con estructura cerrada. La carne es pegajosa al tacto y absorbe lentamente las sales curantes. Similar a la carne de bovino oscura al corte, la carne DFD tiene un pH alto debido a las insuficientes reservas de glucógeno en el momento de la matanza (Price y Schweigert, 1994).

Las carnes DFD, se presentan ocasionalmente al poco tiempo de la matanza. Cuando hay un estrés o actividad física continuada y/o ayunos muy prolongados, el glucógeno muscular se consume y por consiguiente se genera poco ácido láctico después de la matanza, siendo insuficiente la acidificación y produciendo una carne DFD. Esta carne es de una calidad inferior, ya que el sabor está menos acentuado y presenta un color oscuro. Eso hace que sean menos apetecidas por el consumidor. Tienen una menor vida útil para la industria cárnica, por sus niveles de pH anormalmente altos (6.4 – 6.8). Es importante que los niveles de glucógeno en los músculos de la canal sean lo más altos posible, para que se pueda generar la máxima cantidad de ácido láctico en la carne. Este ácido le da a la carne un pH ideal medido 24 horas después de la matanza de 6.2 o menos. Un pH a las 24 horas superior a 6.2 indica que el animal estuvo estresado antes de la matanza (Miralla, 2007).

### **Carne DFD y PSE en Bovinos**

Un problema frecuente en la industria de la carne de bovino es la presencia de “carne oscura al corte”, por lo que la carne pierde su claridad al despiezar la canal y quedar la carne magra expuesta al oxígeno del aire. El color varía desde un ligero sombreado hasta un oscurecimiento extremo casi negro, causando importantes pérdidas económicas debido a la reducción en el valor de la carne. El sabor es menos pronunciado en esta carne oscura como consecuencia de que el bajo contenido en azúcares inhibe la reacción de Maillard durante el cocinado. Ya que el color se asemeja al de la carne procedente de animales viejos, la categoría de los cortes oscuros a veces se ve reducida en más de una unidad, causando pérdidas considerables (Price y Schweigert, 1994).

Estudios demuestran la incidencia de la carne de bovino de corte oscuro; registros de un 1 – 5% en novillos y vaquillas, un 6 – 10% en vacas y un 11 – 15% en toros jóvenes fueron encontrados. El estrés es la causa básica de esta condición, siendo los factores más importantes el tiempo frío, la falta de alimento, el mezclar animales desconocidos, la excitación o un manejo inapropiado (Price y Schweigert, 1994).

Bioquímicamente, la carne oscura al corte se caracteriza por bajas reservas de glicógeno y un contenido reducido de azúcares. Las bajas cantidades de glucógenos son responsables del elevado pH final y de la incapacidad de los tejidos para tomar suficiente oxígeno para formar el pigmento rojo brillante, la oximioglobina. El alto pH del músculo de la carne de bovino de corte oscuro se acompaña de un potencial de oxidación-reducción bajo, con una más pobre toma de oxígeno que la que sucede en el músculo normal (Price y Schweigert, 1994).

La disminución del estrés durante el transporte y matanza reducirá la incidencia de la carne DFD. La alimentación, el descanso y otros procedimientos para reponer las reservas de glucógeno disminuirán las pérdidas por esta alteración (Price y Schweigert, 1994).

Aunque la carne PSE es indeseable debido a la falta de atractivo durante la comercialización, la carne DFD es un problema más serio ya que está sujeta a un mayor riesgo de alteración microbiana, esta alteración ocurre con densidades celulares mucho menores que en el caso de las carnes de pH más bajos.

De este modo las carnes DFD son más susceptibles de alteraciones microbianas, no solo en estado fresco, sino también durante el curado de jamones y tocino (Price y Schweigert, 1994).

También se ha observado músculo PSE en bovino, pero la incidencia es suficientemente baja para no considerarla de gran importancia. (Price y Schweigert, 1994). Para las carnes bovinas y ovinas siempre que el régimen de

refrigeración se adecuado, ocurre muy poca desnaturalización de miosina. Esto es así porque generalmente la caída de pH en estas especies es más lenta que en los cerdos y la carne está suficientemente fría cuando se alcanza un pH bajo. Por ello el defecto PSE no es generalmente un problema, excepto a veces en los músculos más profundos, si la res ha sido enfriada lentamente (Mota *et al*, 2010).

### III. MÉTODO

El estudio se llevó a cabo en una Planta de Matanza ubicada en el estado de Querétaro durante un periodo de 26 meses en el cual se muestrearon y evaluaron las condiciones de los vehículos que transportan porcinos y bovinos a dichas instalaciones así como los diferentes procesos relacionados con la matanza y la calidad de la carne.

Durante este periodo se realizó el registro de datos dentro de diferentes procesos en la cadena productiva de la industria de la carne, tomando en cuenta el origen de los animales, haciendo énfasis en el traslado a la planta de matanza así como en los diferentes procesos que se llevan a cabo dentro de la misma. Para este estudio se elaboraron formatos de evaluación (Anexos), los cuales fueron empleados durante las distintas etapas del proceso para la recopilación de datos; también se realizó una encuesta dirigida a los transportistas. Posteriormente, estos formatos fueron incluidos en una base de datos creada en el programa de Microsoft, Excel® para su posterior análisis.

#### **Evaluación de Transporte**

La evaluación del transporte, **EVALUACIÓN EMBARQUE – TRANSPORTE (Anexo 1)**, incluyó datos del origen de los animales (nombre de la unidad de producción, ubicación, fin zootécnico, introductor e instalaciones de embarque únicamente en el caso de porcinos), datos del trayecto (velocidad del vehículo, distancia y tiempo de traslado de la unidad de producción a la planta de matanza) y características del trayecto (camino de terracería, empedrado o pavimento), así como las características de los vehículos.

Los vehículos que arriban a las instalaciones de la planta de matanza destinados al transporte de porcinos fueron evaluados y registrados, **REGISTRO DE VEHÍCULOS PARA PORCINOS (Anexo 2)**, de igual forma en

el caso de bovinos, **REGISTRO DE VEHÍCULOS PARA BOVINOS (Anexo 3)**.

Las características evaluadas para cada uno de los vehículos fueron:

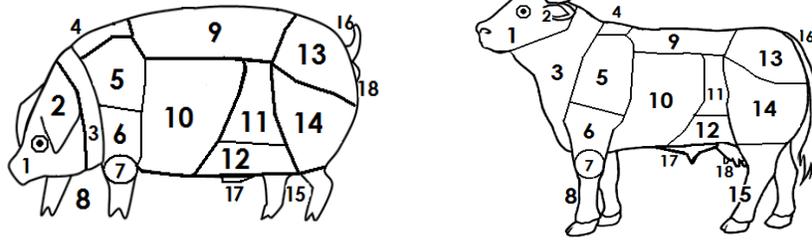
- Dimensiones, empleando un distanciómetro tipo láser de la marca “FLUKE ®, modelo 414D” para obtener el largo y ancho del vehículo, ancho de la puerta y altura.
- Número de pisos y número de compartimentos en que se encuentra subdividido el vehículo.
- Material de la caja de carga del vehículo y tipo de pisos.
- Aislantes empleados, tierra, viruta o paja.
- Presencia o ausencia de sombra.
- Volumen de heces y orina, clasificado subjetivamente como “ausente”, “+”, “++” y “+++” en base a la cantidad presente en el transporte al momento de su llegada a las instalaciones de la planta.

De igual manera se evaluó la cantidad mínima y máxima de animales y su peso promedio, evaluando al mismo vehículo en distintas ocasiones; la temperatura y humedad presentes en la caja del vehículo al momento de su llegada fue determinada con un Termo - higrómetro portátil modelo RH80, RH90, de la marca Omega ® ; colocándose para su medición dentro de la caja cuando los animales aún permanecían en el vehículo y al nivel de estos.

En base a las dimensiones obtenidas por sección (en los distintos vehículos), se determinó la densidad animal, para lo cual fue necesario establecer el peso promedio y la cantidad de animales transportados en cada sección.

La evaluación incluyó algunas características referentes a los animales durante el periodo que abarca desde la llegada a la planta de matanza hasta el momento previo al insensibilizado, tales como: cumplimiento o incumplimiento del dietado, temperatura externa (al momento de su llegada, durante el periodo de descanso y en el momento previo a la insensibilización); lesiones (en base a las regiones más frecuentemente afectadas), las cuales fueron registradas a la llegada o durante el periodo de descanso; características del arreo y densidad animal en los corrales de descanso.

- Dietado (ayuno). Basado en la encuesta realizada a los transportistas se evaluó el cumplimiento o incumplimiento del dietado de los animales previo al transporte, lo cual se relacionó con el volumen de heces y orina presentes en el vehículo al momento de su llegada.
- Las temperaturas registradas de los animales fueron tomadas aleatoriamente en el formato **CAPTURA DE TEMPERATURA EN ANIMALES (Anexo 4)**. La temperatura externa de porcinos y bovinos registrada al momento de la llegada a la planta de matanza y se consideró como un indicativo de la temperatura de los animales presente durante el trayecto. La temperatura externa de porcinos durante el periodo de descanso en corrales, fue registrada en repetidas ocasiones a las 18:30 horas, en el caso de bovinos este registro de temperatura no fue obtenido debido a que dicha especie no cuenta con un periodo de descanso. La temperatura externa previa a la insensibilización de porcinos y bovinos se evaluó durante la permanencia de los animales en la manga de manejo previo a ingresar al cajón de insensibilizado. Todas las temperaturas se determinaron empleando un termómetro tipo láser de la marca "FLUKE®, modelo 62", el cual se posicionó, para todos los casos, en la región del lomo a una distancia no mayor a 20 centímetros.
- Para la determinación de las regiones más frecuentemente afectadas, registradas durante la llegada de los animales o en su estancia en los corrales de descanso, se empleó el formato **CORRALES DE DESCANSO DE PORCINOS y CORRALES DE DESCANSO DE BOVINOS (Anexo 5 y 6)**, respectivamente, marcando sobre la imagen (Imagen 6), las lesiones para posteriormente incluirlas en la base de datos, donde por frecuencia de aparición se determinó la región más afectada en cada especie.



**Imagen 6:** Formato para evaluación de lesiones en porcinos y bovinos antes de la matanza.

- El arreo de los animales hacia los corrales de descanso, después del desembarque, así como el arreo hacia la línea de proceso; se evaluó utilizando el formato EVALUACIÓN EMBARQUE – TRANSPORTE, tomando como base siete opciones diferentes que describen el tipo de arreo: Movimiento Natural de los animales (MN), Arreo Silencioso (S), Arreo con Ruido (R), Arreo con Chicharra (CH), Arreo con Golpes (G), Arreo con Bandera (B) y Otro (OTRO), éste último, en el caso de porcinos incluye acciones como es el “jalar de las orejas” y empujar o patear a los animales, mientras que, en el caso de bovinos, incluye acciones como el uso de escobas y palos con botellas de PET rellenos de piedras (a modo de sonaja), con la única finalidad de tener un contacto suave con los animales para alentarlos a caminar.
- La densidad animal en los corrales de descanso se determinó mediante la revisión y recopilación de datos tomados del “Registro de Corrales” empleado en la planta de matanza, comprendido el periodo de Enero a Diciembre del año 2012, para las medidas de los corrales fueron registradas en el caso de porcinos para obtener el área de cada corral elaborando un plano de estos (**Anexo 7**), y debido a que la densidad animal se determina de acuerdo al peso de los animales se usó como referencia el promedio de peso de los animales registrados durante el estudio; en el caso de bovinos este dato no fue registrado puesto que la mayoría de los bovinos entraron directamente a línea de proceso sin permanecer más de una hora en los corrales de descanso, además, el volumen de bovinos que se manejan en la Planta de matanza es bajo (22,000 cabezas en 2011) en comparación con el volumen de porcinos (114,000 cabezas en 2011).

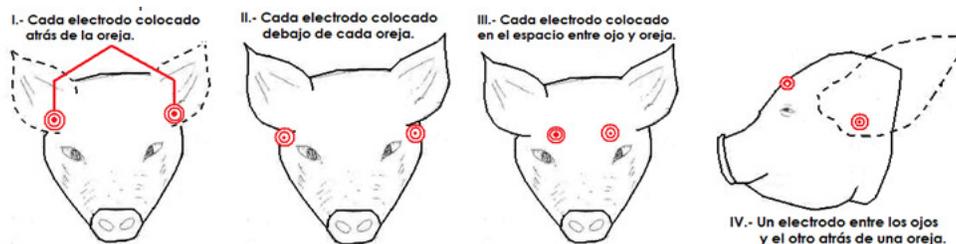
Una vez ingresados a la línea de matanza, tanto porcinos como bovinos, se llevó a cabo la recopilación de datos en los diferentes puntos de la línea de proceso, esto se realizó en animales elegidos de forma aleatoria para el caso de ambas especies. Todos los registros usados fueron llenados y posteriormente se capturaron dentro de la base de datos en el programa de Excel®.

### Línea de matanza de Porcinos

Ésta comienza su actividad a partir de las 20:00 horas y finaliza alrededor de las 00:00 horas dependiendo de la demanda del mercado, los animales evaluados fueron elegidos aleatoriamente al ingresar a la línea de proceso y se llevó a cabo el registro de aspectos del proceso de matanza (vocalizaciones en cajón de insensibilizado, proceso de insensibilizado, cortes para desangrado, tiempo de desangrado y muerte clínica), lesiones presentes en canales, pH y temperatura.

Para el proceso de matanza se empleó el formato de **PROCESO DE MATANZA DE GANADO PORCINO (Anexo 8)**, en el cual se llevaron a cabo los siguientes registros:

- Presencia o ausencia de vocalizaciones, evaluadas durante la permanencia de los animales dentro del cajón de insensibilizado.
- Posicionamiento adecuado del electroinsensibilizador (Imagen 7), esto basado con la **NORMA Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995, Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres.**

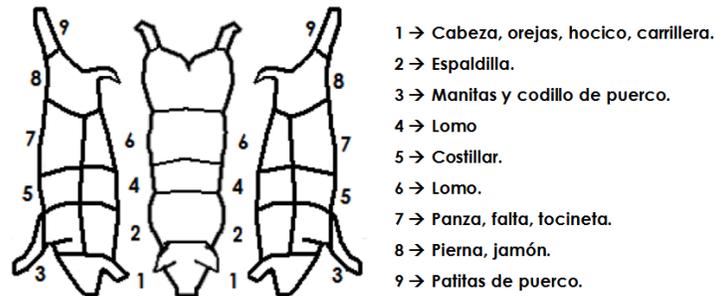


**Imagen 7.** Ubicación correcta de los electrodos en la cabeza del porcino.

- Intervalo de tiempo (en segundos) transcurridos entre el momento del electroinsensibilizado y hasta el corte para el desangrado del animal, para lo cual se empleó un cronómetro digital modelo KK-1052 de la marca JIMHER.
- Número de cortes realizados para el desangrado, los cuales son realizados por el operario para conseguir un desangrado del animal.
- Intervalo de tiempo (en segundos) transcurridos entre el momento de corte para el desangrado y hasta el momento de introducirlo al escaldado, para lo que se utilizó un cronómetro digital, este intervalo se consideró a partir del momento en que se colocaba el porcino sobre la caldera antes de introducirlo debido a que la región de la cabeza permanecía sumergida en el agua de escaldado incluso antes de desenganchar el porcino para su escaldado. De igual manera se empleó un cronómetro digital.
- Muerte clínica del animal, para lo cual fue empleado el intervalo anterior, señalando así el cumplimiento o incumplimiento de la muerte clínica al momento del escaldado, teniendo como margen un intervalo de tiempo de 180 segundos considerados necesarios para un desangrado completo que garantice la muerte clínica antes del siguiente proceso.
- Se evaluaron otros aspectos al momento del izado de los porcinos y durante su desangrado: la musculatura del dorso del animal para verificar si esta permanecía tensa o relajada; la presencia o ausencia de espasmos respiratorios (los cuales, al estar presentes, podrían indicar falta de la pérdida de conciencia) y finalmente signos de reflejo ocular presentes o ausentes (los cuales, al estar presente, podría indicar un insensibilizado inadecuado).

El formato **INSPECCIÓN DE LESIONES EN CANALES (porcinos) (Anexo 9)**, se empleó para el registro de las lesiones presentes en las diferentes regiones de las canales porcinas, en base al esquema (Imagen 8), las cuales fueron observadas durante el proceso de rasurado de las canales y rastreadas por medio del número de canal (empleado en la planta para el

control y trazabilidad de los animales) para su posterior evaluación de pH y temperatura.



**Imagen 8.** Clasificación de regiones en la canal porcina.

Las lesiones en las canales fueron clasificadas de acuerdo a su disposición y forma en 6 grupos distintos, pudiendo clasificarse como:

- Golpe con Manguera, palo o tubo: lesiones evidentemente marcadas en forma tubular presentes comúnmente en la región dorsal de los porcinos.
- Mordidas: lesiones características usualmente presentes en los flancos de los animales las cuales indican una lucha por el establecimiento de jerarquías ya sea dentro de los corrales de descanso o pudiendo provenir desde la granja de origen.
- Rejillas: lesión presente en el dorso y costados de los animales y la cual es producida en el momento de enganchar a los animales para izarlos después del insensibilizado.
- Ángulo: lesión evidentemente marcada presente en diferentes regiones de la canal característica por formar un ángulo de 45°.
- Enrojecimiento: determinada como un enrojecimiento parcial o general en la piel de las canales evaluadas.
- Hematomas: lesiones que pueden presentarse en todas las regiones del cuerpo que son producidas por golpes y que pueden ocurrir desde la Unidad de Producción hasta el manejo previo a la matanza.

De igual manera se llevó a cabo el registro de pH<sub>45</sub> y temperatura empleando el potenciómetro “HANNA ®, modelo HI 99161” con un electrodo de la misma marca, “modelo FC23XY”, el cual se calibró regularmente a lo largo

de estudio utilizando buffer pH 4 y pH 7; estos datos se incluyeron en el formato de **INSPECCIÓN DE LESIONES EN CANALES (porcinos)** con las canales registradas, en cuanto a presencia de lesiones. Una segunda medición de temperatura y pH se llevó a cabo transcurridas entre 6 y 10 horas posteriores al momento del desangrado, si bien se recomienda la medición del pH<sub>24</sub>, en el caso de esta Planta de matanza no es posible, ya que las canales porcinas nunca se almacenan más de 10 u 11 horas.

Para el registro del pH<sub>45</sub> una vez transcurridos aproximadamente 45 minutos a partir del momento del sangrado, (pudiendo variar el tiempo de entre 40 a 60 minutos dependiendo de la velocidad de la línea), se procedió con la determinación del pH y temperatura, para lo cual se introdujo un electrodo en la región del músculo *Longissimus dorsi* a la altura de entre la 11° y 12° costilla abordando por la región interna de la canal y atravesando los músculos intercostales para penetrar el músculo mencionado; una vez que el potenciómetro indicaba el valor, tanto de temperatura como de pH, el electrodo se retiró y fue debidamente limpiado con agua mediante un atomizador, se prosiguió a secarse para retirar el exceso de agua y proseguir con el siguiente muestreo.

### **Línea de matanza de Bovinos**

Dentro de la línea de matanza de bovinos, la cual comienza su actividad a las 6:00 horas y hasta las 12:00 horas, se registraron los siguientes datos en el formato **PROCESO DE MATANZA DE BOVINOS (Anexo 10):**

- Número de canal, el cual es un número colocado en la canal al momento del desollado para lograr el seguimiento de los animales, contabilizarlos e identificarlos de acuerdo al introductor; este número fue registrado para identificar las canales muestreadas y que requerían un segundo muestreo.

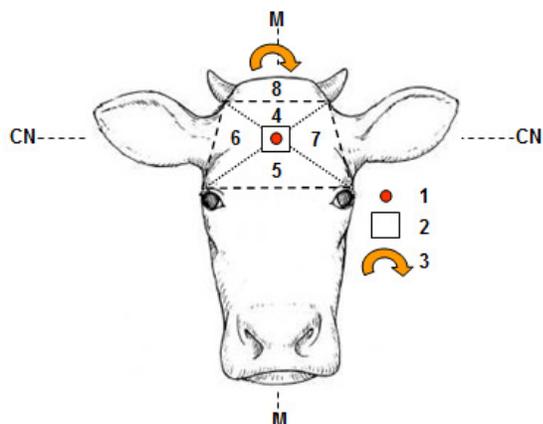
- Vocalizaciones presentes o ausentes, el cual fue registrado en el momento en que los animales permanecieron dentro del cajón de insensibilizado, previo al tiro con la pistola de perno cautivo.
- Número de tiros realizados con la pistola de perno cautivo para la insensibilización de los bovinos.
- Intervalo de tiempo (en segundos) entre el momento de insensibilizado y el momento del corte para el desangrado, para lo cual fue empleado un cronómetro digital modelo KK-1052 de la marca JIMHER.
- Número de cortes efectuados por el operario para lograr un desangrado completo en el animal.
- Intervalo de tiempo (en segundos) a partir del momento del desangrado y hasta el momento del siguiente proceso (que puede referirse tanto al descorne, corte de patas o la ligadura de esófago), para este procedimiento también fue empleado un cronómetro digital.
- Muerte clínica, para lo cual fue empleado el intervalo anterior, señalando así el cumplimiento o incumplimiento de la muerte clínica del animal al momento del siguiente proceso, teniendo como margen un intervalo de tiempo de 180 segundos considerados como necesarios para un desangrado que garantice la muerte clínica del animal antes del siguiente proceso.
- Durante el momento del izado se evaluaron otros aspectos en los bovinos: la musculatura del dorso del animal para verificar si esta permanecía tensa o relajada; la presencia o ausencia de espasmos respiratorios (los cuales, al estar presentes, podrían indicar falta de la pérdida de conciencia) y finalmente signos de reflejo ocular presentes o ausentes (los cuales, al estar presente, podría indicar un insensibilizado mal realizado).

Continuando en la línea de proceso de bovinos se empleó el formato **ANÁLISIS DE INSENSIBILIZACIÓN DE BOVINOS (Anexo 11)**, una vez retirada la cabeza de las canales, fueron elegidas aleatoriamente, y se registraron los siguientes datos:

- Lesiones presentes en la cabeza.

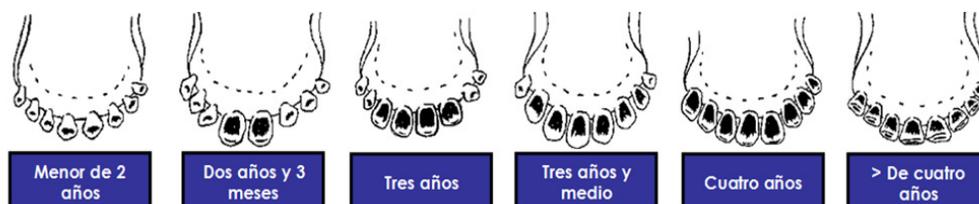
- Lesiones presentes en el área de la boca, marcadas dentro del mismo formato y señalando si éstas estaban presentes en el área de las encías, los belfos o si se referían a la pérdida de los dientes o parte de estos.
- Posición y cantidad de tiros utilizados para el insensibilizado (de acuerdo a la **NORMA Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995, Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres**), los cuales fueron registrados dentro del mismo formato indicando la posición del tiro o tiros en las diferentes cabezas muestreadas (Imagen 9); la posición del tiro fue clasificada de la siguiente forma:

“1=Bien (B)”, el tiro se encontró correctamente ubicado según la **NOM-033-ZOO-1995**, representado con el punto rojo; “2=Cercano (C)”, el tiro se encontró de 1 a 2 centímetros alrededor del número 1, representado con un cuadrado blanco; “3=Atrás (AT)”, el tiro se encontró en la parte caudal de la cabeza, representado por una flecha; “4=Arriba (A)”, el tiro se encontró en el área presentada con el número 4; “5=Abajo (AB)”, el tiro se encontró en el área presentada con el número 5; “6=Izquierda (I)”, el tiro se encontró en el área presentada con el número 6; “7=Derecha (D)”, el tiro se encontró en el área presentada con el número 7; “8=Arriba+ (A+)”, el tiro se encontró en el área representada con el número 8; “M=Línea Medial”, la cual representa una línea recta que cruza el rostro del animal de forma longitudinal; “CN= Centrado”, eje que registró tiros a la altura del punto rojo (“1=Bien (B)”), pero con inclinaciones a la derecha (“7=Derecha (D)”) o izquierda (“6=Izquierda (I)”), del mismo modo, durante la evaluación se registraron distintas combinaciones, se obtuvieron un total de 14 posibilidades en cuanto a la posición del tiro.



**Imagen 9.** Modelo de cabeza bovina utilizado para evaluar la localización del tiro realizado para el insensibilizado.

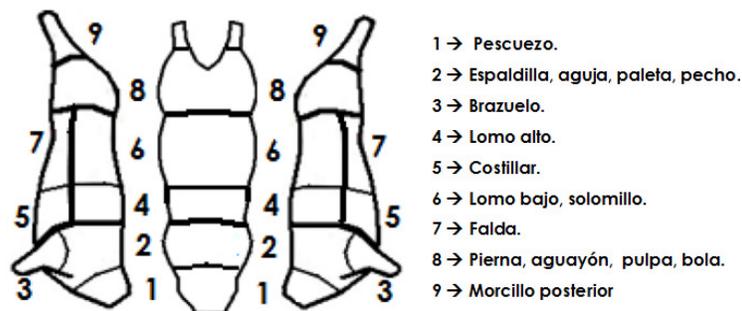
De igual manera se empleó un modelo para la determinación aproximada de la edad de los bovinos por medio de la dentición (Imagen 10), clasificándolos en 6 grupos distintos: “A=menor de dos años”, “B=dos años y tres meses”, “C=tres años”, “D=tres años y medio”, “E=cuatro años” y “F=mayor de cuatro años”.



**Imagen 10.** Modelo guía utilizado para la determinación de edad en bovinos por medio de la dentición.

Por último se empleó el formato **INSPECCIÓN DE LESIONES EN CANALES (bovinos) (Anexo12)** en el cual con ayuda del esquema (Imagen 11) donde se muestra la canal y sus regiones, se describieron las lesiones presentes dentro de las diferentes áreas de las canales muestreadas, las cuales fueron observadas durante el proceso de eviscerado de las canales. Estas lesiones se clasificaron, de acuerdo a su disposición y forma, en 3 grupos distintos, pudiendo clasificarse como:

- Puerta: la cual se determinó, es producida en la manga de manejo previa al ingreso a la línea de matanza o al ingresar al cajón de insensibilizado y consta de una lesión considerable producida a lo largo de la región dorsal, pudiendo abarcar los glúteos y la cabeza y estar mayormente marcada en la región de las vertebrae lumbares.
- Hematoma: la cual se refiere a la lesión presente en cualquier región de la canal y que implica un considerable daño en la musculatura por contusión o “machucones”.
- Enrojecimiento: el cual se consideró como una lesión leve ubicada en cualquier región e la canal.



**Imagen 11.** Clasificación de regiones en la canal bovino.

Dentro del formato de INSPECCIÓN DE LESIONES EN CANALES (bovinos) se realizó conjuntamente el registro de temperatura y  $pH_{45}$  para el caso de las canales evaluadas en cuanto a lesiones. Una segunda medición de temperatura y pH se llevó a cabo transcurridas entre 9 y 11 horas posteriores al momento del desangrado. Si bien el monitoreo del  $pH_{24}$  y  $pH_{48}$  son importantes para determinar la calidad final de las canales, en este estudio no fue posible determinarlos, ya que las canales no permanecen este tiempo dentro de la cámara de refrigeración de la Planta de matanza.

Una vez transcurridos aproximadamente 45 minutos a partir del momento del desangrado, (pudiendo variar el tiempo de entre 40 a 60 minutos dependiendo de la velocidad de la línea), se procedió con la determinación del  $pH_{45}$  y la temperatura para la cual se introdujo el electrodo en la región dorsal del músculo *Longissimus dorsi* a la altura de entre la 11° y 12° costilla

abordando por el exterior de la canal, una vez que el potenciómetro indicaba el valor, tanto de temperatura como de pH, el equipo fue debidamente limpiado con agua por medio de un aspersor y secado para retirar el exceso de agua para proseguir con el siguiente muestreo. Para el registro de pH y temperatura se empleó un potenciómetro de la marca “HANNA ®, modelo HI 99161” con un electrodo de la misma marca, “modelo FC23XY”, el cual se calibró del mismo modo que en el caso de porcinos, el equipo fue debidamente limpiado con un atomizador con agua cada vez antes de volver a usarse, posteriormente fue secado para retirar el exceso de agua y proseguir con el siguiente muestreo.

Para dicha evaluación el potenciómetro se colocó dentro de la cámara fría de 30 a 45 minutos antes de emplearse con el fin de calibrar el potenciómetro y el sensor de temperatura, adaptándolo a las bajas temperaturas de la cámara fría.

### **Análisis estadístico**

Los datos de las evaluaciones efectuadas en el proceso de matanza, como son densidad, tiempo de transporte, tipo de transporte, vocalizaciones, lesiones, tiempo de insensibilizado, etc. se cotejaron con las especificaciones con base a las Normas, para determinar si era apto o no. Para todos los datos se realizó un análisis de varianza (ANOVA), para los muestreos, por especie y por cada variable evaluada se consideraron como factores independientes (con un criterio de clasificación), seguido de una prueba de Tukey, para el análisis de la significancia estadística al 0.05; se utilizó el paquete estadístico JMP, de la empresa SAS.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

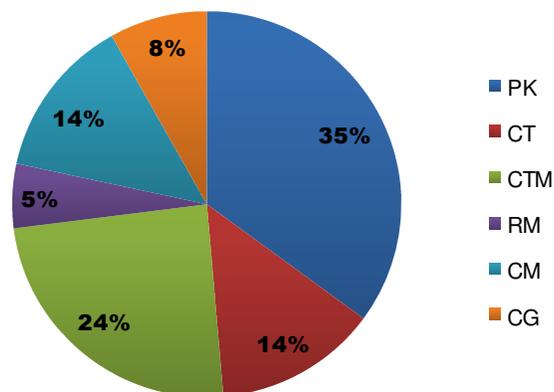
### PORCINOS

Durante el periodo de estudio se evaluaron diferentes puntos correspondientes al procesamiento de los animales desde su lugar de origen hasta su transformación en carne, analizando las correlaciones presentadas entre cada uno de los procesos, e identificando aquellos que resultaron en un detrimento en la calidad de la carne.

#### Transporte

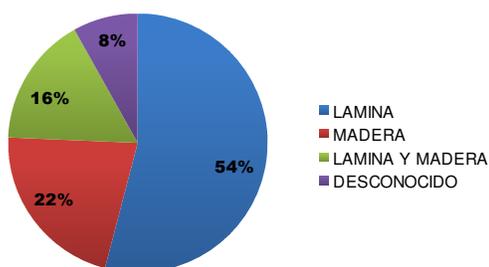
Dentro de la evaluación del transporte los vehículos fueron clasificados de acuerdo a su capacidad en metros cuadrados. Camión grande (CG) de 18 a 28 m<sup>2</sup>, camión mediano (CM) de 13 a 17.99m<sup>2</sup>, camión de tres toneladas y media (CTM) de 8 a 12.99m<sup>2</sup>, camión de tres toneladas (CT) de 5 a 7.99m<sup>2</sup>, camioneta pick up (PK) de 3 a 4.99m<sup>2</sup> y por último remolque (RM) de 5 a 13 m<sup>2</sup>.

El vehículo más común para el transporte de porcinos fue la camioneta pick up (35%), seguido por la camioneta de tres toneladas y media (24%) y en tercer lugar con la misma cantidad de vehículos se encontró al camión mediano y a la camioneta de tres toneladas (14%) (Gráfico 1).

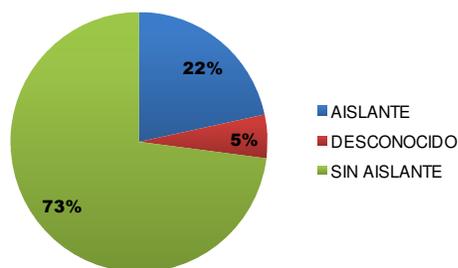


**Gráfico 1.** Tipos de transporte más frecuentes para el transporte de porcinos encontrados en la Planta de matanza.

Del total de los vehículos evaluados (37 vehículos) se obtuvo que un 54% cuenta con piso de lámina lisa, 22% con piso de madera y 16% con piso de lámina y madera (Gráfico 2). Aunado a esto solo un 22% de los vehículos empleó algún tipo de aislante (tierra, paja, viruta) durante el traslado (Imagen 12), mientras que el 73% no utilizó ningún aislante, el 5% restante no fue registrado (Gráfico 3). Un 8% del total de los vehículos cuenta con una cuadrícula de hierro adaptada al piso para proporcionar mejor soporte a los animales.



**Gráfico 2.** Tipo de piso en el transporte.



**Gráfico 3.** Aislante en el transporte.

El problema con pisos de lámina lisa, es que sin el uso de un aislante y con la acumulación de heces y orina, se convierten en una superficie resbaladiza que provoca inestabilidad y caída de los animales durante el traslado y el desembarque. Además, las cuadrículas empleadas para brindar soporte a los animales durante el traslado han sido mal diseñadas (Imagen 13), siendo muy amplias sus dimensiones (de 20 a 30cm) y de un material muy ancho que perjudica aún más, ya que provoca que los animales se atoren y tropiecen durante el traslado y desembarque.



**Imagen 12.** Piso de lámina con paja como aislante en transporte para porcinos.

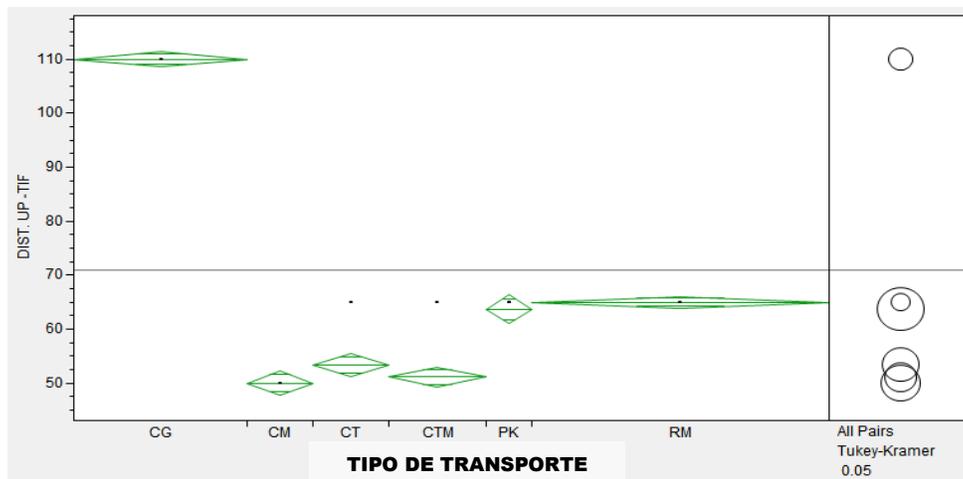


**Imagen 13.** Cuadrícula de soporte mal diseñada en transporte para porcinos

Las unidades de producción (UP), de donde provienen los animales se encuentran ubicadas dentro del estado de Querétaro, en un radio de 50 Km a partir de la Planta de matanza, solo una UP está ubicada en la ciudad de Irapuato, Guanajuato, de la cual provienen los porcinos pertenecientes al Introdutor O.

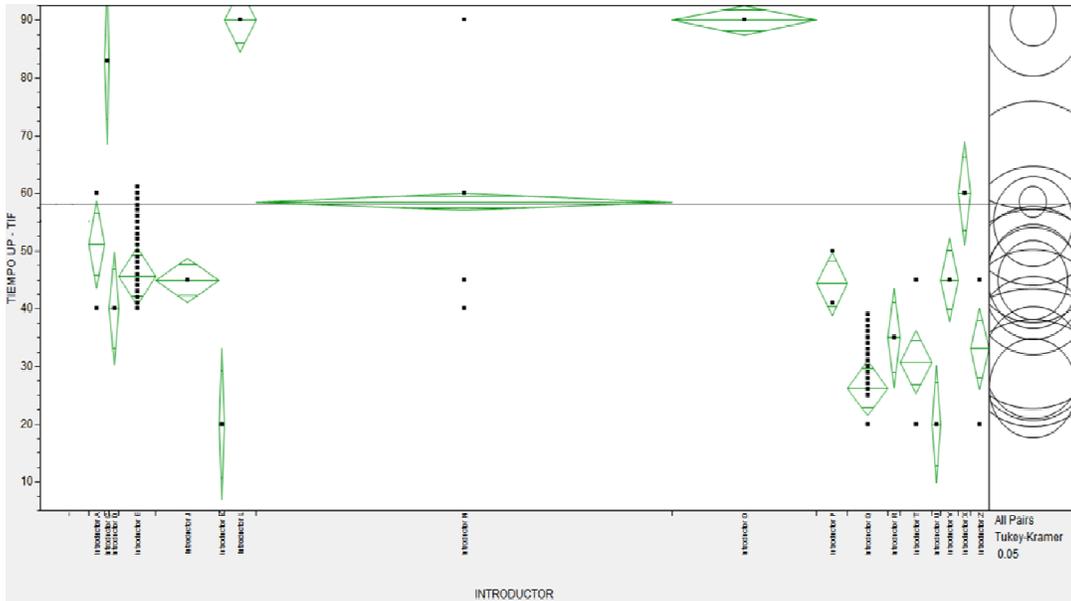
Al comparar el tipo de transporte con la distancia que recorren los vehículos desde la UP hasta la Planta de matanza (Gráfico 4), se obtuvo que el CG presentó los traslados más prolongados con 110Km, seguido de éste se encuentran el RM y PK siendo estos diferentes estadísticamente ( $P=0.0001$ ), ambos por debajo de la media general de los datos (71Km); finalmente CM, CT y CTM presentaron los recorridos de menor distancia con entre 50 y 60Km.

Se observó que la mayoría de los vehículos recorren distancias menores a los 70Km lo que representa un mayor estrés en los animales, debido a que en este tipo de recorridos los animales suelen ir de pie y al no haber un aislante o una densidad adecuada se producen caídas y presencia de un mayor número de lesiones, mientras que en los recorridos mayores a 100km los animales suelen acostarse a descansar disminuyendo así la cantidad de lesiones.



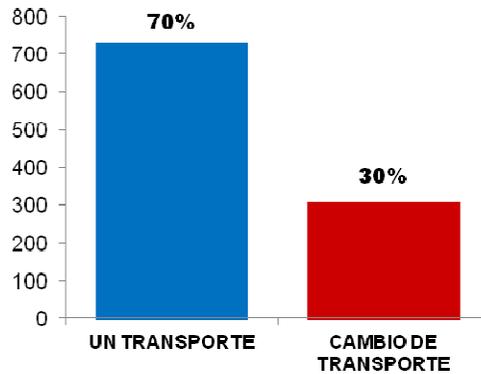
**Gráfico 4.** Comparación del Tipo de transporte con la distancia recorrida desde la UP hasta la Planta de matanza.

El Introdutor O junto con el Introdutor L, presentaron los tiempos más prolongados de traslado de los animales con 90 minutos, seguido por el Introdutor C con 83 minutos y siendo estadísticamente iguales ( $P=0.0001$ ) (Gráfico 5). El promedio de los tiempos de traslado es de 58 minutos, los recorridos más cortos fueron de 20 minutos presentados por el Introdutor K y U.



**Gráfico 5.** Comparación de Tiempo de traslado de la UP a la Planta de matanza de acuerdo al Introdutor.

En el estudio se observó que algunos animales presentaron cambio de transporte durante su traslado a la Planta de Matanza, debido a que algunos productores prefieren reducir riesgos sanitarios empleando un vehículo propio de la granja para movilizar a los porcinos que posteriormente se traspasan al vehículo del introdutor en un punto alejado de la UP; en otros casos los porcinos son trasladados a una báscula donde son pesados y redistribuido a diferentes vehículos. De un total de 1037 porcinos, el 30% presentaron cambio de transporte lo que implicó un mayor estrés por el doble manejo al que fueron sometidos durante el embarque, arreo y desembarque; un 70% de los porcinos fueron trasladados en un solo transporte (Gráfico 6).



**Gráfico 6.** Cambio de transporte en el traslado de los porcinos a la Planta de Matanza.

### Densidad animal

La densidad animal o espacio designado a los animales dentro del vehículo tiene implicaciones en el bienestar animal. Según algunos autores se manejan densidades desde  $0.2\text{m}^2$  hasta  $0.65\text{m}^2$  dependiendo del peso de los animales; de acuerdo al peso más común de los porcinos que ingresan a la Planta de matanza (de 90 a 100Kg), la densidad animal considerada adecuada para este estudio fue de  $0.48\text{m}^2$  por animal ( $\pm 0.01$ ).

Se observó que la mayoría de los vehículos que arribaron a las instalaciones de la Planta matanza, durante el periodo de estudio presentaron sobrecarga animal representado por un 70.20% (Imagen 14); se observó un exceso de espacio proporcionado para cada animal en un 15.94% de los vehículos (Imagen 15) y sólo un 13.85% de los vehículos mostraron una densidad animal más cercana a la adecuada (Cuadro 4).



**Imagen 14.** Camioneta pick up con sobrecarga de porcinos.



**Imagen 15.** Vehículo para transporte de porcinos con exceso de espacio por compartimento.

El exceso de espacio, al igual que la sobrecarga en el transporte representa un problema durante el traslado de porcinos al presentar un 86.14%, teniendo como resultado un mayor estrés, acompañado de una mayor frecuencia de lesiones y un aumento en las muertes relacionadas con el transporte.

Con base al Cuadro 4, se observa la densidad animal en cada Tipo de transporte, obteniendo que el CT fue el único transporte que manejó densidad de carga adecuada, PK representó el porcentaje más alto de vehículos con un exceso de espacio, mientras que RM, CM, CG y PK presentaron los mayores porcentajes de sobrecarga, lo cual se relacionó directamente para el caso de CG con un mayor número de muertes relacionadas con el transporte. También se observó que PK presentó una amplia variación en cuanto a la densidad animal durante el traslado, esto debido al transporte frecuente de animales de desecho (vientres de desecho y animales enfermos o con retraso de crecimiento) dónde el número de animales y peso puede variar considerablemente.

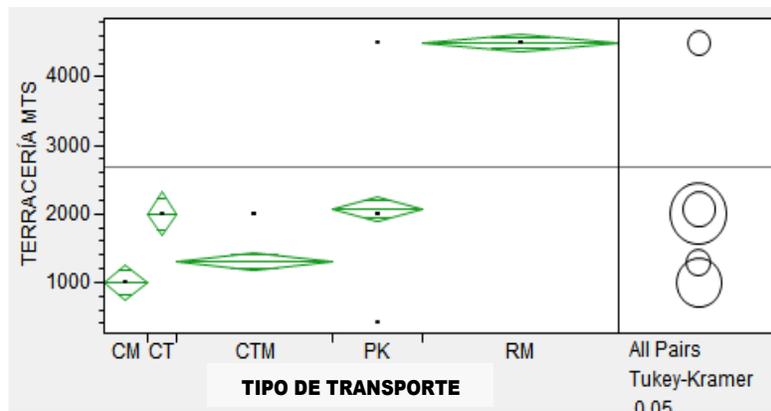
**Cuadro 4.** Densidad animal según el tipo de transporte (porcinos).

<b>Tipo de Transporte</b>	<b>Adecuado</b>	<b>Mucho Espacio</b>	<b>Sobrecarga</b>	<b>Total</b>
<b>CG</b>	40	80	270	390
<b>CM</b>	0	30	196	226
<b>CT</b>	60	0	0	60
<b>CTM</b>	49	40	25	214
<b>PK</b>	10	25	78	113
<b>RM</b>	0	8	137	145
<b>TOTAL</b>	<b>159 (13.85%)</b>	<b>183 (15.94%)</b>	<b>806 (70.20%)</b>	<b>1148</b>

(CG= Camión Grande, CM= Camión Mediano, CT= Camión de Tres Toneladas, CTM= Camión de Tres Toneladas y Media, PK= Camioneta Pick Up, RM= Remolque).

Durante el traslado a la planta de matanza, los vehículos circulan por caminos de terracería, empedrado y pavimento. Los animales trasladados en el RM presentaron recorridos de mayor distancia sobre caminos de terracería (4500 m) siendo estadísticamente diferente al resto de los vehículos (P=0.0001) (Gráfico 7), de igual manera el RM presentó sobrecarga animal.

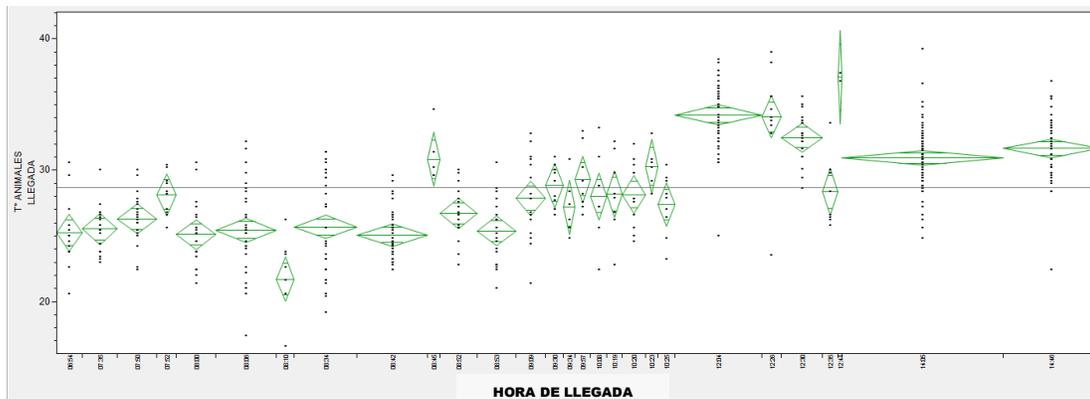
Los efectos de la sobrecarga animal sumados a los largos trayectos sobre caminos de terracería incrementan el estrés en los animales, debido a que se presenta un mayor número de vibraciones y recorridos a menor velocidad incrementando el tiempo del traslado. El resto de los vehículos presentaron distancias sobre terracería de 2000 metros o menos; en cuanto al recorrido sobre caminos de empedrado se encontró que únicamente el CT y CTM circulan por este tipo de caminos. Los recorridos sobre caminos irregulares como terracería y empedrado producen movimientos bruscos que generan estrés y lesiones en los animales.



**Gráfico 7.** Comparación entre el Tipo de Transporte y recorridos en caminos de terracería.

### Temperatura y humedad durante la recepción

El horario de recepción de ganado en la Planta de matanza es de 6:00 a 19:30 horas, de acuerdo a este horario se evaluó a la llegada, la temperatura externa de los animales en los diferentes transportes, los primeros vehículos fueron registrados a las 6:54 horas, a partir de esta hora y hasta las 8:53 horas la temperatura externa de los animales permaneció alrededor de los 25°C; en el transcurso de las 9:00 a las 11:00 horas se observó una temperatura externa promedio de 28°C; a partir de las 12:00 horas se observó un incremento en la temperatura externa encontrando promedios de hasta 37°C (Gráfico 8). El marcado incremento de la temperatura externa de los porcinos conforme transcurren las horas del día demuestra la importancia de no trasladar a los animales durante las horas más calurosas del día.



**Gráfico 8.** Relación de la temperatura externa de los porcinos con la hora de arribo a la Planta de matanza.

Al analizar los registros de temperatura y la humedad relativa del transporte al momento de su arribo (Gráfico 9) se encontró que los animales en el transporte CG presentaron las temperaturas más altas (29°C), lo cual se atribuye a que este tipo de vehículos arriban a las instalaciones de la Planta de matanza entre las 12:00 y las 16:00 horas, en segundo lugar se encontró al CM (21.5°C) siendo estos dos estadísticamente diferentes al resto de los vehículos ( $P=0.0001$ ); con temperaturas intermedia (entre 18 y 16°C) se encontró CT, PK y CTM, siendo estos tres vehículos iguales estadísticamente ( $P=0.0001$ ), cuyo arribo a la Planta de matanza en su mayoría ocurrió entre las 6:30 y la 13:30 horas; finalmente se encontró el RM con las temperaturas más bajas (11°C), el cual generalmente arriba a la Planta de matanza entre las 7:00 y 9:30 horas y siendo estadísticamente diferente al resto de los vehículos ( $P=0.0001$ ). De acuerdo con Manteca (2009), la temperatura de confort para porcinos de 100 kg es de 16° C, lo que quiere decir que en el caso del Introdutor O que en su mayoría utiliza el transporte tipo CG, la temperatura de confort es casi duplicada teniendo como consecuencia un aumento de las muertes relacionadas con el transporte debido al estrés calórico (Gráfico 13). Se detectó también, que es frecuente que Introdutor O y otros realicen una práctica inadecuada que produjo mayor sufrimiento en los animales, la cual consiste en realizar un corte en la parte posterior de las orejas de los animales (Imagen 16) para contrarrestar el “golpe de calor” (Imagen 17) al provocar la pérdida de sangre (a modo de shock hipovolémico) y así disminuir la temperatura de los porcinos.

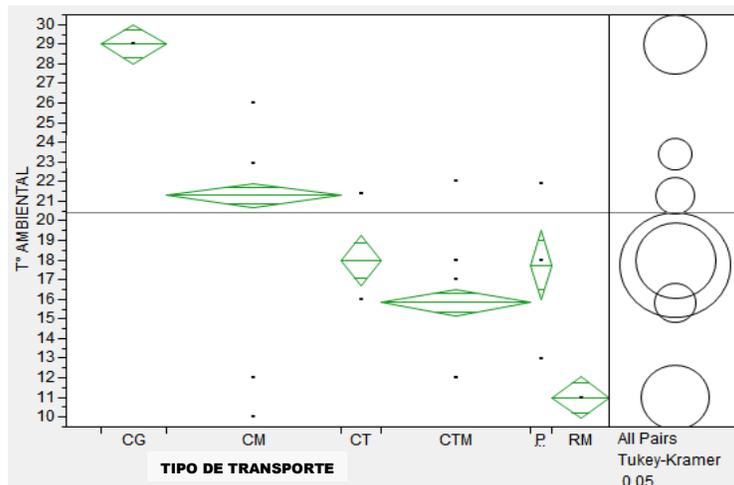


**Imagen 16.** Corte realizado por el introductor en la parte posterior de las orejas



**Imagen 17.** Orejas violáceas, características de animales con "golpe de calor".

En cuanto a lo observado en los registros de humedad, se pudo constatar que el RM presentó un porcentaje de humedad relativa ambiental más elevado (82%), esto debido a la hora del día a la que se presentó a desembarcar los animales a la Planta de matanza (entre las 7:00 y 9:30 horas), sin embargo, otra causa de la elevada humedad está relacionada con las características del vehículo, en donde la inadecuada ventilación permite la acumulación de humedad proveniente de las heces y orina de los animales. Los niveles de humedad presentes en los otros vehículos fueron directamente proporcionales a la temperatura ambiental encontrada en el transporte al momento del arribo a la Planta de matanza.



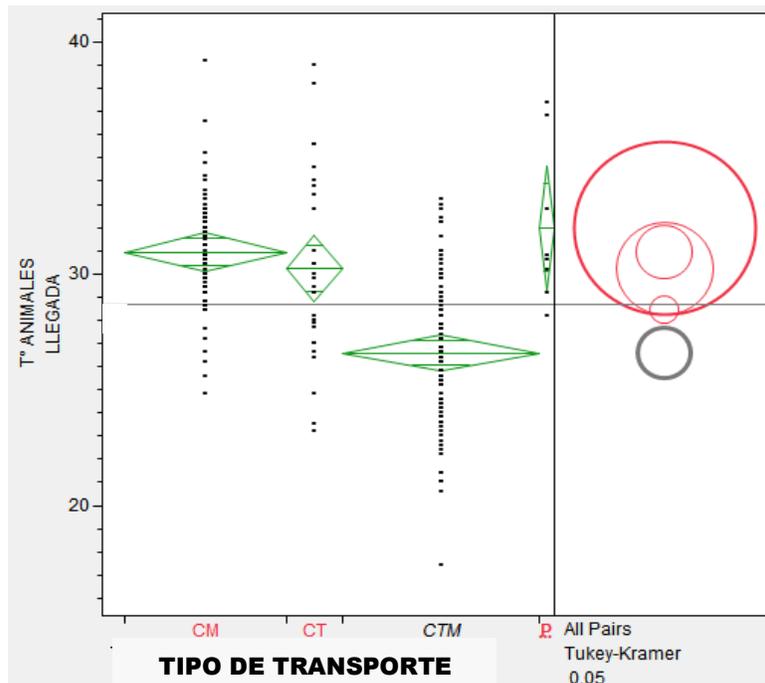
**Gráfico 9.** Tipo de transporte y relación con su temperatura a la llegada.

La influencia de la temperatura ambiental y la humedad relativa del transporte durante el arribo a la Planta de matanza, se vio reflejada en la temperatura de

los animales registrada al desembarque (Gráfico 10), el promedio de temperatura más elevada (temperatura externa: de 29 a 32°C), correspondió al transporte tipo PK, CM y CT siendo estadísticamente iguales ( $P=0.0001$ ). El CTM presentó un promedio de 26.5°C siendo este el promedio más bajo de temperaturas y diferente estadísticamente al resto ( $P=0.0001$ ). Las altas temperaturas registradas pueden deberse en parte a la exposición directa al sol que sufren los animales ubicados a los costados y en los niveles superiores de los vehículos sin sombra (62%), presentando un marcado enrojecimiento cutáneo (Imagen 18).

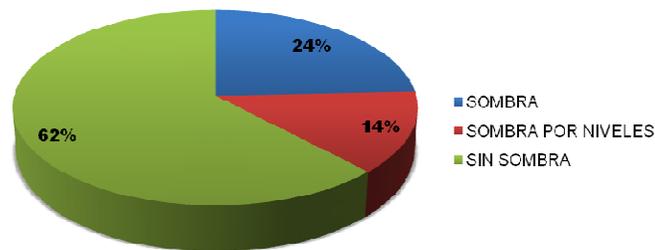


**Imagen 18.** Marcado enrojecimiento en la piel por ausencia de sombra en el transporte de porcinos, lesión en porcinos con mayor exposición al sol.



**Gráfico 10.** Relación del Tipo de transporte con la temperatura externa de los animales a la llegada.

Del total de los vehículos registrados (37), se obtuvo que sólo un 24 % cuenta con sombra para proteger a los animales de los rayos ultravioleta, 14% de los vehículos otorga esta protección indirectamente al contar con dos o tres niveles, donde los animales transportados en los niveles inferiores reciben sombra; por último un 62% no cuenta con sombra, lo que incrementa los casos de estrés calórico (Gráfico 11).



**Gráfico 11.** Porcentaje de los vehículos que cuentan con sombra.

### **Muertes relacionadas con el transporte**

Algunas de las muertes relacionadas con el transporte pueden presentarse durante el recorrido, a la llegada o durante la estancia en los corrales de descanso. Dentro de la Planta de matanza, los animales que mueren antes de los horarios de matanza ya sea por enfermedad o por causas relacionadas con el transporte son procesados manualmente por los introductores donde se decomisan vísceras, piel, grasa y cabeza, son conocidos como “capotes” (Imagen 19 y 20).

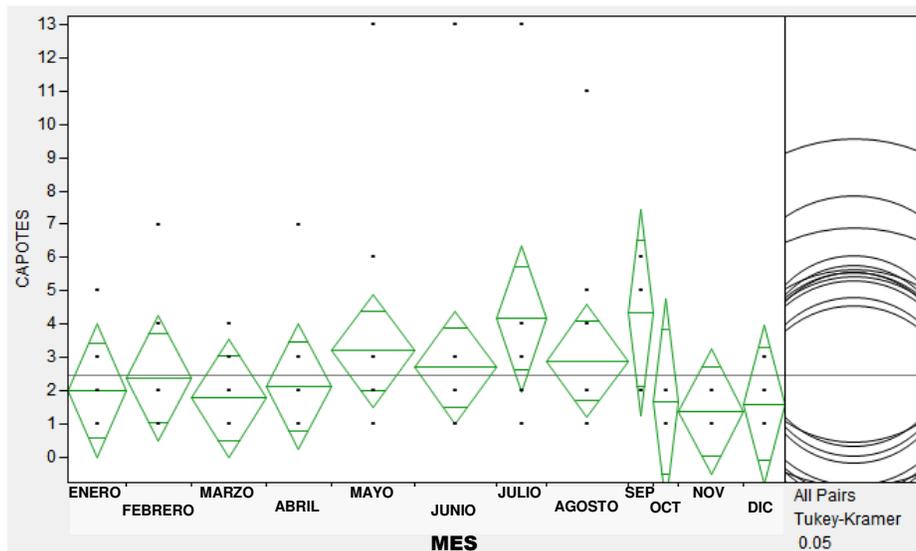


**Imagen 19 y 20.** “Capotes” dentro de la cámara de refrigeración luego de su procesamiento manual.

La cantidad de animales muertos durante el transporte y los capotes, registrados por mes durante el año 2012; se encontró que del total de porcinos procesados anualmente en la planta de matanza, un 0.46% mueren por causas relacionadas con el transporte; obteniendo que de ese total un 0.27% correspondió a animales muertos durante el transporte, mientras que un 0.19% correspondió a los animales que mueren durante el desembarque o su estancia en corrales de descanso.

Además, se observó que el incremento de estas muertes relacionadas con el transporte estuvo relacionado directamente con los meses cuyas temperaturas ambientales fueron más elevadas a lo largo del año; la temperatura más alta registrada del año 2012 fue de 36.4 °C en el mes de Mayo.

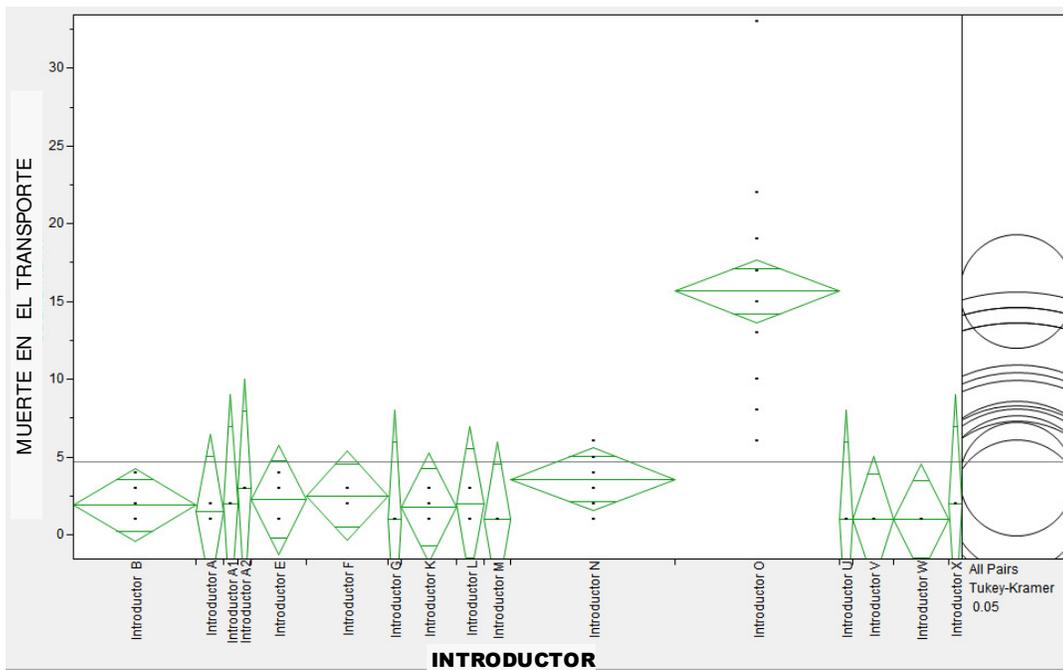
Los meses de Mayo, Junio, Julio, Agosto y Septiembre presentaron un incremento considerable en el número de capotes (Grafico 12), mientras que en los meses de Marzo, Mayo y Agosto se presentó un incremento de las muertes en el transporte.



**Gráfico 12.** Relación de los meses del año con la presentación de capotes.

Los animales muertos durante el transporte fueron registrados mensualmente en el transcurso del año 2012, con lo cual se obtuvo que el

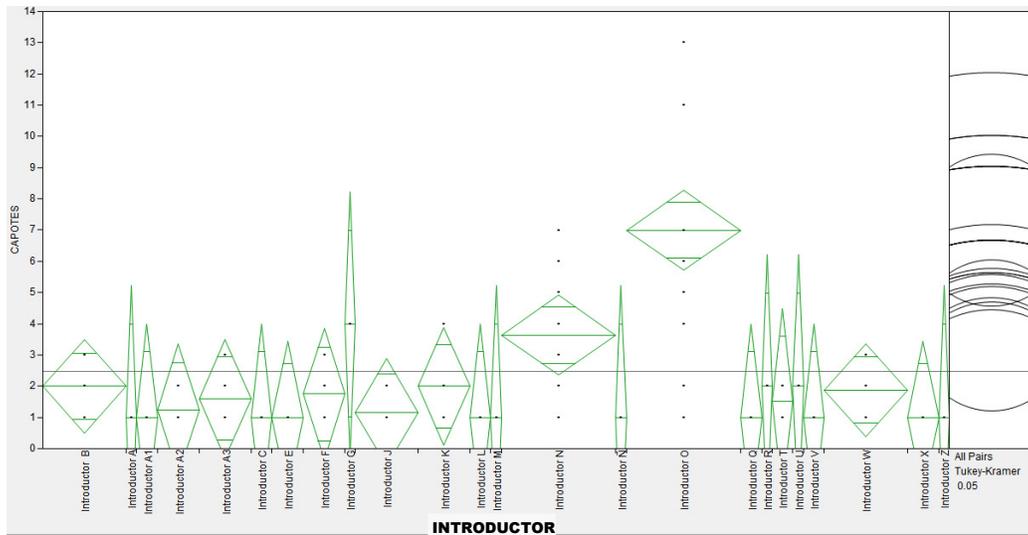
Introduccion O, presentó el mayor número de muertes durante el transporte con un promedio de 16 animales por mes, lo cual rebasa considerablemente el promedio del resto de los introductores siendo este menor de 2.5 animales por mes. En segundo lugar se encontró el Introduccion N con un promedio de 4 animales por mes (Gráfico 13); cabe mencionar que ambos introductores ingresan una gran parte de los animales que se procesan en la Planta de matanza.



**Gráfico 13.** Relación de muertes en el transporte por introduccion.

De igual manera la cantidad de capotes fue registrada mensualmente durante el mismo periodo, donde se obtuvo nuevamente al Introdutor O con un promedio mensual de 7 capotes, siendo el más alto y seguido por el Introdutor G con 4 capotes y en tercer lugar el Introdutor N con alrededor de 3.5 capotes promedio presentados por mes (Gráfico 14).

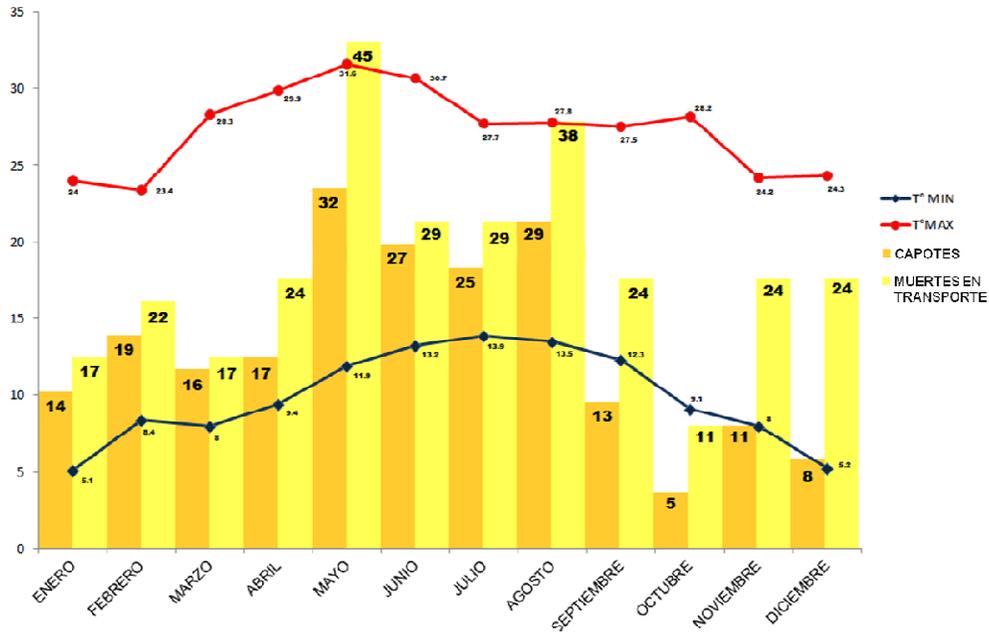
El Introdutor O transporta los animales en el vehículo CG el cual también está relacionado con los recorridos más largos (110 Km), durante las horas con las temperaturas más elevadas del día y con el arribo a la Planta de matanza entre las 12:00 y 16:00 horas.



**Gráfico 14.** Relación de capotes por introductor.

De acuerdo a la temperatura promedio mínima y máxima de cada mes se graficó la prevalencia de muertes en el transporte y capotes (Gráfico 15). En este gráfico se aprecia que en el mes de Mayo, dónde se registraron las temperaturas más elevadas, se encontró el mayor número de muertes en el transporte y capotes.

De acuerdo con Hui *et al* (2006) el transporte a temperaturas ambiente superiores a 35°C genera un efecto estresante superior en los animales que cuando son transportados a temperaturas inferiores a dicho valor, es por esto que durante los meses más calurosos del año se recomienda aumentar en un 10% el espacio por animal, vigilar con mayor atención la ventilación y la sombra proporcionada en el transporte, así mismo se recomienda evitar el traslado de animales durante las horas en las que se registran las temperaturas más elevadas del día.



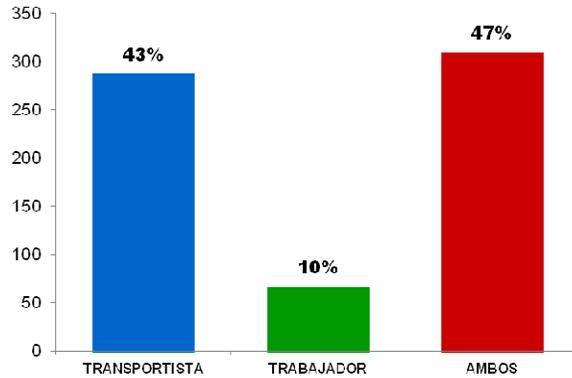
**Gráfico 15.** Influencia de la temperatura ambiental en las muertes relacionadas con el transporte.

## Recepción y movilización de los animales

La recepción de los animales fue un factor importante que se consideró dentro de la Planta de matanza, éste abarca las actividades de desembarque, arreo hacia los corrales y arreo hacia la línea de proceso; la evaluación de dichos procesos influyó directamente en los resultados finales acerca del bienestar animal y la calidad de las canales.

En la evaluación del desembarque se registró al responsable de dicha actividad, se encontró que del total de porcinos muestreados (662) sólo pocos animales fueron descargados por el trabajador de la Planta de matanza (10%), quien los arreo ingresando a la caja del vehículo, o bien realizando movimientos y ruido a los costados de éste; los desembarques realizados por el transportista (43%) (Imagen 21 y 22) y por ambos (47%) (transportista y trabajador de la planta), fueron los más comúnmente observados en la Planta de matanza (Gráfico 16); la responsabilidad de esta actividad recae en los trabajadores de la planta, quienes son capacitados para realizar el

desembarque, por lo que se debió observar una menor participación de los transportistas, ya que ellos desconocen las técnicas adecuadas para movilizar animales.



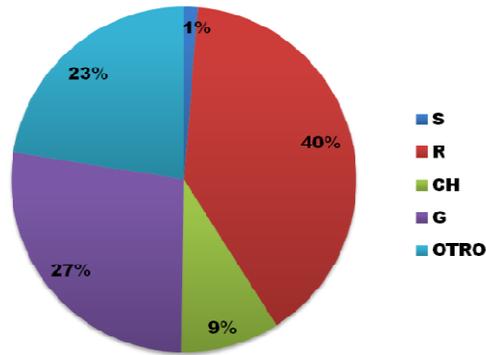
**Gráfico 16.** Participación de los trabajadores de la Planta y los transportistas en el desembarque de animales.



**Imagen 21 y 22.** Desembarque y arreo inadecuado realizado por parte de los transportistas o introductores.

Para la evaluación del arreo se emplearon claves para identificar las diferentes formas en las que se movilizaron los animales. De los 871 porcinos muestreados se observó que la forma más frecuente de arreo fue con Ruido (40%); seguido de Golpes (27%) y OTROS (23%) (el cual incluyó el tirar de las orejas de los animales, así como impulsarlos con las piernas y/o manos) (Gráfico 17). De acuerdo a Grandin (2000) el arreo de la especie porcina se debe realizar delicadamente, evitando un excesivo contacto físico con los

animales y empleando banderas de plástico, paneles o lonas que simulan paredes y sonajas.

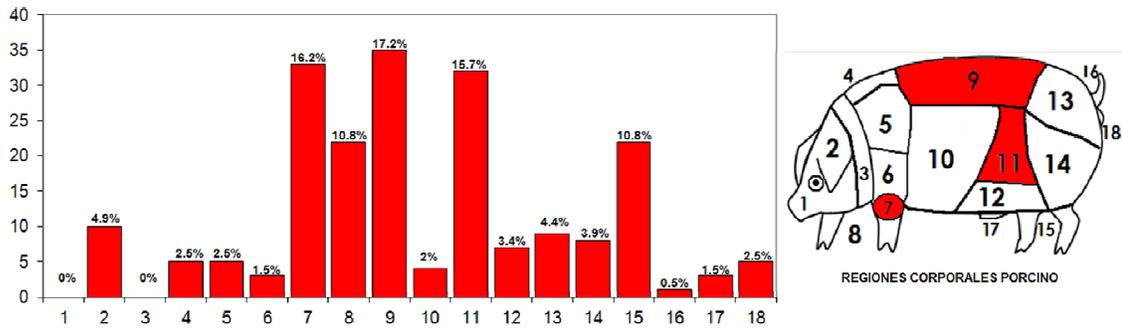


**Gráfico 17.** Tipo de arreo empleado en la Planta de matanza (S = silencioso; R = ruido; CH = arreador eléctrico; G = golpes; OTRO = tirar de las orejas o impulsarlos con las piernas y/o manos).

### Lesiones en corrales

Para evaluar las lesiones producidas durante el transporte y desembarque se comparó el tipo de transporte con la aparición de lesiones por región, registradas durante la estancia en los corrales de descanso.

Se encontró que durante el traslado de los animales en los transportes tipo PK y CTM, fueron más frecuentemente presentadas las lesiones en las regiones de Codillo, Lomo, Costillar y Falda alta, siendo estadísticamente diferentes ( $P=0.0001$ ); el PK se relaciona de igual manera con los recorridos más largos, sobrecarga de animales o presencia de mucho espacio disponible por animal y las lesiones más frecuentes presentadas en 204 porcinos muestreados fueron en las regiones de Lomo (17.2%) (Imagen 23, 24 y 25), Codillo (16.2%) y Falda alta (15.7%) (Gráfico 18).



**Gráfico 18.** Porcentaje de frecuencia de aparición de lesiones por región en porcinos.

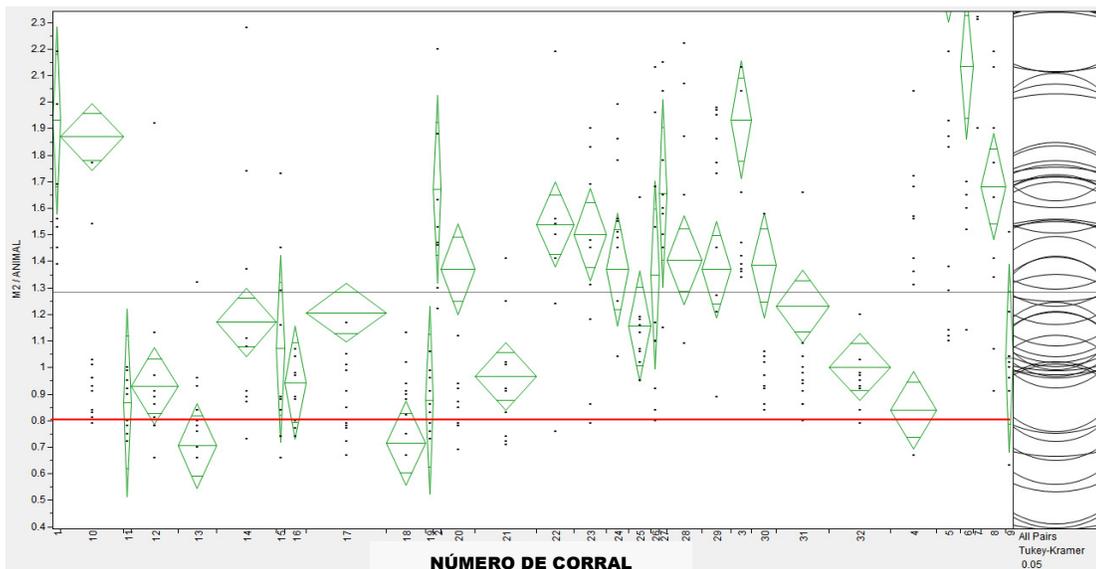


**Imagen 23, 24 y 25.** Lesiones encontradas en lomo de canales porcinas.

De acuerdo al área de los corrales, y a los registros de los animales que permanecen dentro de estos, se obtuvo la densidad animal promedio que se observa en cada corral; debido a que la mayoría de los corrales están destinados a un introductor fijo, se obtuvo que dentro de los corrales número 13 y número 18 (donde permanecen los porcinos del Introductor N), se presentó la densidad animal más elevada con  $0.7\text{m}^2/\text{animal}$  (Imagen 26), comparada con el resto de los corrales que presentan una densidad correcta con  $0.8\text{m}^2/\text{animal}$ , a baja con hasta  $2.5\text{m}^2/\text{animal}$  (Gráfico 19).



**Imagen 26.** Corral del introductor N, con sobrecarga animal.

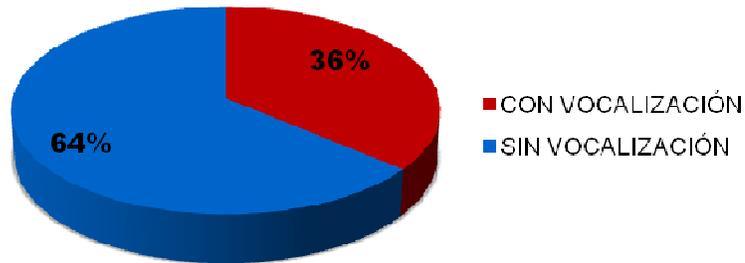


**Gráfico 19.** Relación de corrales de descanso y la densidad animal.

## Insensibilizado

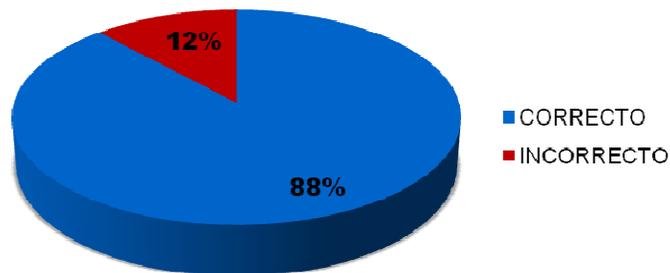
Las vocalizaciones de los animales fueron registradas en el momento en el que permanecen en el cajón de insensibilizado; de un total de 673 animales muestreados se observó que el 36% de los porcinos presentaron vocalizaciones mientras que el 64% no las presentaron (Gráfico 20). Grandin (1999) mencionó que un porcentaje mayor a 5% de vocalizaciones antes o durante el insensibilizado representan un “Problema Grave” lo que nos indica

que, al presentarse un 36% de vocalizaciones, la Planta de Matanza se enfrenta a un problema sumamente grave en el manejo previo al insensibilizado provocando un estrés excesivo en el momento previo a la matanza lo que repercute directamente en la calidad del la carne.



**Gráfico 20.** Presencia de vocalizaciones durante la estancia en el cajón de insensibilizado.

La correcta posición de los electrodos del insensibilizador en los porcinos fue evaluada en base a la **NOM-033-ZOO-1995**, donde se encontró que de un total de 446 animales muestreados en el 88% de los casos la posición de los electrodos fue correcta y sólo un 12% presentó una colocación inadecuada de los electrodos (Gráfico 21). De acuerdo a Grandin (1999) un porcentaje menor a 98% en la colocación adecuada de los electrodos representa un “Problema Grave”, ya que, en esta Planta de Matanza se observó que sólo un 88% de los animales presentaron una colocación adecuada de los electrodos, la situación es grave, además de que, una insensibilización adecuada, no solo depende de la colocación correcta de los electrodos, sino también se debe tomar en cuenta un voltaje y amperaje adecuado según el peso del animal y según las instrucciones del fabricante del insensibilizador.

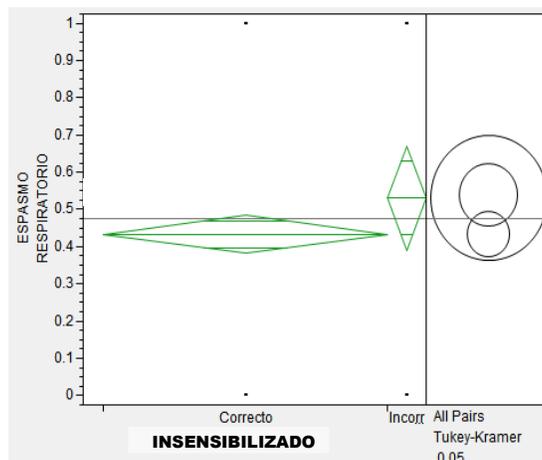


**Gráfico 21.** Porcentaje de colocación de electrodo correcta o incorrecta en porcinos.

El tiempo transcurrido entre el proceso de insensibilizado y el momento del degüello fue registrado, donde se obtuvo de un total de 662 animales muestreados un promedio del tiempo de 33.58 segundos; de acuerdo a la NOM-033-ZOO-1995, el degüello se deberá realizar dentro de los 30 segundos después de practicada la insensibilización. Hui *et al* (2006), mencionó que debe reducirse al mínimo el tiempo que transcurre entre la insensibilización y el desangrado para aprovechar al máximo el efecto del aturdimiento considerando 15 segundos como límite para realizar el corte. Se observó que los tiempos promedio registrados en la planta duplican este tiempo recomendado, apeguándose más a lo sugerido por la Norma Oficial Mexicana.

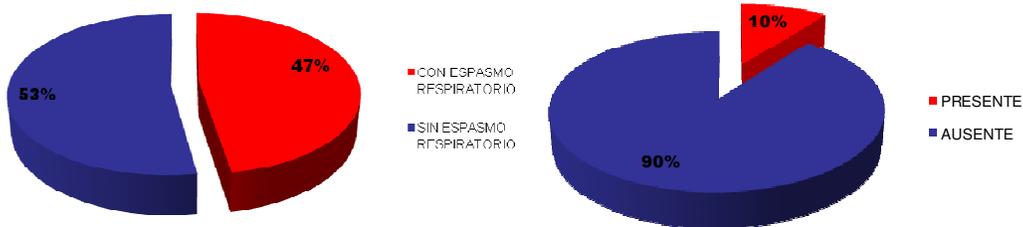
Se comparó el proceso de insensibilizado con la presencia de espasmos respiratorio, donde se observó una correlación en los insensibilizados mal realizados con la mayor presencia de espasmo respiratorio (Gráfico 22). La relación significativa entre la inadecuada colocación de los electrodos (12%) y la presencia de espasmo respiratorio en los porcinos durante el desangrado, lo que significa que no hay una pérdida de la consciencia de los animales antes de su muerte.

De modo contrario se observó que aquellos animales a los que se les colocó correctamente los electros (insensibilizado correcto), no mostraron espasmos respiratorios durante el desangrado.

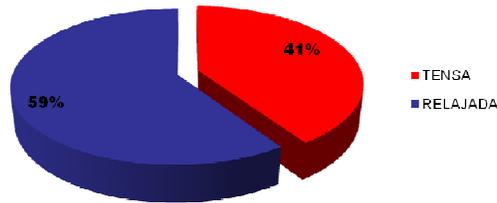


**Gráfico 22.** Comparación del insensibilizado con la presencia de espasmo respiratorio.

De un total de 607 animales muestreados 47% presentaron espasmos respiratorios; de 625 animales muestreados 10% presentaron reflejo ocular y de 631 animales muestreados un 41% presentó musculatura tensa durante el desangrado (Gráficos 23, 24 y 25), son animales que además de una inadecuada colocación de los electros, recibieron un aturdimiento inadecuado.



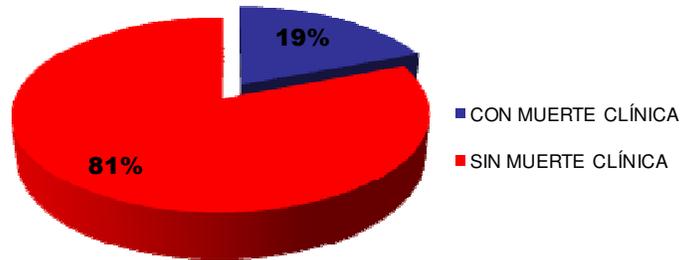
**Gráfico 23.** Presencia de espasmo respiratorio. **Gráfico 24.** Presencia de reflejo ocular.



**Gráfico 25.** Musculatura del dorso tensa o relajada después del degüello.

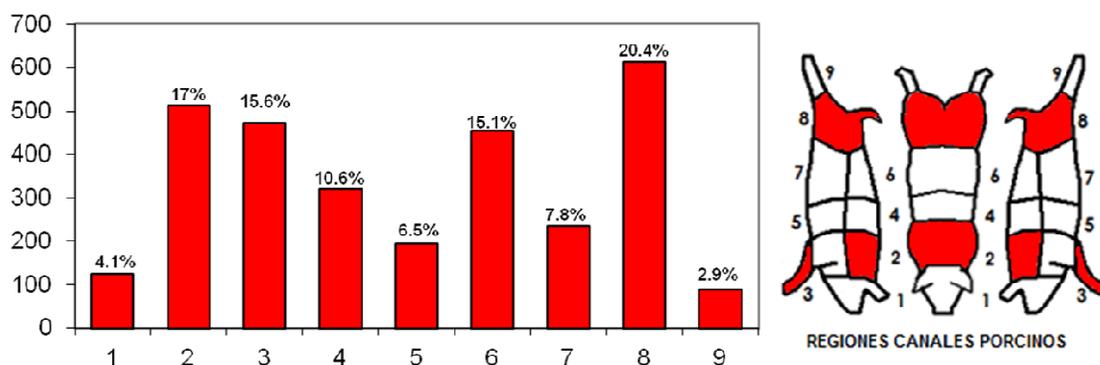
La muerte clínica de los porcinos fue evaluada en base a los tiempos que transcurrieron entre el desangrado y el siguiente proceso en la línea (escaldado); de un total de 655 animales muestreados se tomó como estándar un tiempo de 180 segundos que aseguró el desangrado completo y la muerte clínica del animal.

De esta manera se obtuvo que, debido a la rapidez de la línea de proceso únicamente el 19% de los porcinos presentó muerte clínica, el 81% restantes fueron introducidos a la paila de escaldado sin haber transcurrido el tiempo necesario (Gráfico 26), continuando su muerte dentro de la paila y muriendo por asfixia.



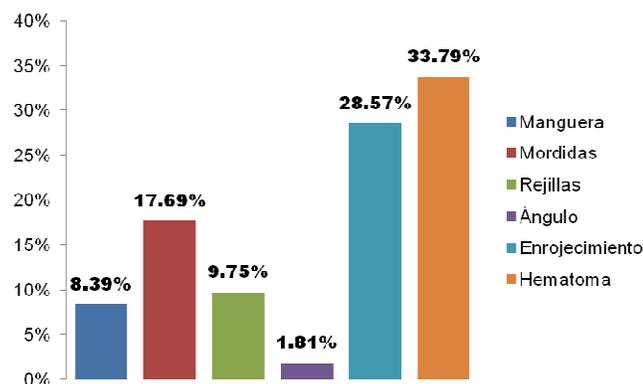
**Gráfico 26.** Presentación de muerte clínica de porcinos.

Se muestrearon 258 canales porcinas para conocer las regiones más afectadas en cuanto a lesiones, de un total de 3016 lesiones registradas un (20.4%) se presentaron en la región de la Pierna, un 17% en la región de la Espaldilla y un 15.6% en la región de los Miembros locomotores torácicos siendo las regiones más afectadas (Gráfico 27). Las lesiones en la Pierna (lesión 8), fueron las más frecuentes teniendo una mayor repercusión económica. Las lesiones en la región del dorso, donde se incluye la Espaldilla (lesión 2), fueron relacionadas con la puerta localizada en la manga de manejo y la puerta hidráulica del cajón de insensibilizado, las cuales fueron utilizadas inadecuadamente para forzar la entrada de los animales, lo que produjo lesiones importantes en dichas regiones. Las lesiones en Miembros locomotores torácicos fueron relacionadas con el momento del desembarque de los animales, donde la rampa no correspondió adecuadamente con la puerta de los vehículos, ni con la altura de los mismos, lo que provocó que quedara un espacio, provocando que al transitar los animales los miembros de los porcinos quedarán suspendidos y provocando dicha lesión (la número 3).



**Gráfico 27.** Porcentaje de frecuencia de aparición de lesiones en canales porcinas.

De igual manera las lesiones registradas de 257 porcinos fueron clasificadas de acuerdo a su forma y ubicación donde se encontró que los Hematomas fueron la lesión más frecuente (33.79%), seguida de las lesiones denominadas Enrojecimiento (28.57%) y Mordidas (17.69%) (Gráfico 28). Los Hematomas fueron localizados en diferentes regiones de la canal con extensiones variables, estas lesiones fueron las más frecuentes ya que se produjeron por múltiples causas; las lesiones de Enrojecimiento fueron relacionadas con las quemaduras producidas por los rayos ultravioleta durante el transporte, así como por la fricción producida contra las paredes de las mangas de manejo y rampas de desembarque; las lesiones de Mordida fueron registradas únicamente en el caso de las lesiones “recientes” producto de peleas en los corrales, estas lesiones presentaron un patrón característico, el cual se encontró con mayor frecuencia en la región de la paleta; la lesión producida por Rejillas se produjo luego del insensibilizado, dónde en algunos casos el operador utilizó su pie para contener al animal y así colocar adecuadamente la cadena (o pial), para el izado; la lesión de Manguera (Imagen 27 y 28) se encontró mayormente en la región del dorso, la cual se produjo al utilizar una manguera para el arreo de los animales; finalmente se identificó la lesión Ángulo, una lesión característica sobre la piel del animal, localizada en la región del dorso y con peculiar distribución formando un ángulo de 45° y cuya causa no fue identificada.



**Gráfico 28.** Porcentaje de lesiones más comunes en canales de porcinos.

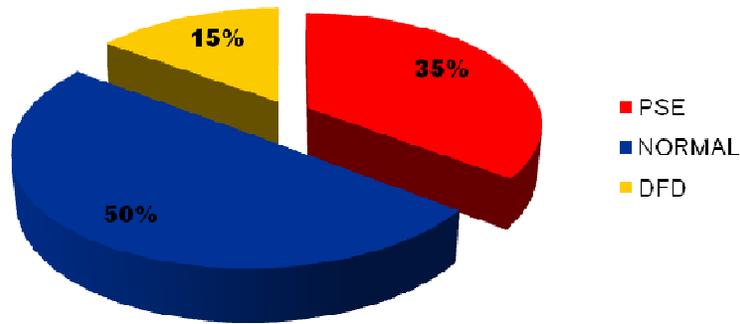


**Imagen 27 y 28.** Lesiones de “Manguera” producidas durante el arreo.

En la parte final del proceso, dentro de la cámara de refrigeración, se registró el  $\text{pH}_{45}$  de 275 canales porcinas (Imagen 29), donde se encontró que 35% presentó un  $\text{pH} < 6.0$  quedando dentro de la clasificación de canales PSE, 15% presentó un  $\text{pH} > 6.4$  quedando dentro de la clasificación de canales DFD y el 50% presentó un  $\text{pH} \Rightarrow 6.0$ , pero  $< 6.4$  las cuales fueron clasificadas como canales normales (Gráfico 29). La presencia de un 35% de canales PSE representa pérdidas importantes para el introductor, el punto de venta y el consumidor, considerando que las características de este tipo de carne incluyen la pérdida por goteo.



**Imagen 29.** Medición de pH a los 45 minutos *postmortem*.



**Gráfico 29.** Presencia de canales porcinos PSE y DFD (pH<sub>45</sub>).

Durante el año 2011 en la Planta de matanza se procesaron 114,127 canales porcinos lo que equivale a 9,392,475.13 Kilogramos y con un valor aproximado de \$328,736,629.60 pesos (considerando que el precio de porcino en canal es de \$35.00).

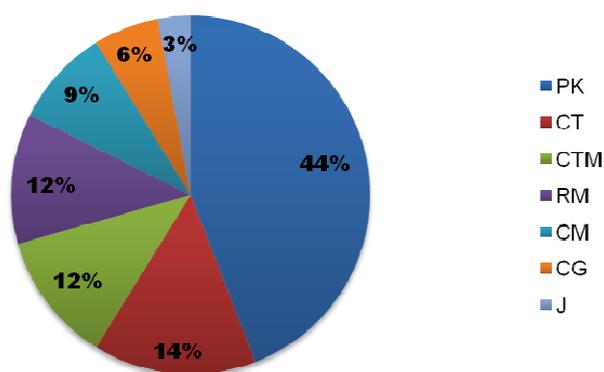
En base a estos datos se observaron importantes pérdidas económicas asociadas a canales con características PSE las cuales, por su baja capacidad de retención de agua, presentan pérdidas de peso por goteo de un 11.5% del peso total; se estimó que anualmente estas pérdidas por goteo representaron una pérdida de \$13,231,648.35 en el año 2012; aunado a esto las pérdidas anuales correspondientes a las muertes relacionadas con el transporte (muertes durante el transporte y muertes en corrales de descanso) se estimaron en \$984,312.00 lo que nos da como resultado una pérdida estimada de \$14, 215, 960.35 esto sin tener en cuenta las pérdidas por decomisos de lesiones y hematomas los cuales también representan importantes pérdidas ya que involucran regiones de cortes con alto valor comercial (pierna y lomo). En este estudio se estimó una pérdida económica correspondiente al 4.32% del total del valor correspondiente a la carne procesada durante el 2011.

## BOVINOS

### Transporte

Dentro de la evaluación del transporte los vehículos fueron clasificados de acuerdo a su capacidad en metros cuadrados. Jaula (J) 67m<sup>2</sup>, camión grande (CG) de 18 a 28 m<sup>2</sup>, camión mediano (CM) de 13 a 17.99m<sup>2</sup>, camión de tres toneladas y media (CTM) de 8 a 12.99m<sup>2</sup>, camión de tres toneladas (CT) de 5 a 7.99m<sup>2</sup>, camioneta pick up (PK) de 3 a 4.99m<sup>2</sup> y por último remolque (RM) de 5m<sup>2</sup> a 10m<sup>2</sup>.

El vehículo más común para el transporte de bovinos fue la camioneta Pick up (44%), seguido por la camioneta de tres toneladas (14%) y en tercer lugar se encontró el camión de tres toneladas y media y remolque (ambos con 12%) (Gráfico 30).



**Gráfico 30.** Frecuencia del Tipo de transporte de bovinos que arribaron a la Planta de matanza.

Del total de los 34 vehículos evaluados el 73% cuenta con piso de lámina, 9% con piso de madera, 3% con piso de madera y lámina y un 15 no fue registrado (Gráfico 31). De estos vehículos solo un 20% empleó algún tipo de aislante (paja o viruta) durante el traslado, mientras que el 71% no utilizó ningún aislante y el 9% restante no fue registrado (Gráfico 32); Sánchez (2002) indicó que el uso de cama, por ejemplo arena, es necesario en todas la épocas

del año para evitar la acumulación de humedad en el piso, lo que a su vez, evita que los animales se lesionen al resbalar o caer.

Un 12% del total de los vehículos cuenta con una cuadrícula de hierro soldado al piso, esto con la idea de que los animales no se resbalen, sin embargo, de acuerdo con Sánchez (2002), la medida de estas cuadrículas debería ser de 25cm en cada lado, las medidas encontradas fueron de 30 x 30cm, 40 x 40cm, 50 x 50cm y otras presentaron cuadrículas en forma rectangular o mal colocadas (Imagen 30 y 31), cuadrículas de mayor tamaño no brindan soporte adecuado a los animales, convirtiéndose más bien en un obstáculo dentro el transporte. Aunado a la falta de aislante y la mala adecuación de estas cuadrículas, la cantidad de heces y orina encontradas en vehículos bovinos en la fue calificada como “++”, es decir, con una cantidad muy importante de heces. Las cuadrículas registradas durante el periodo del estudio han sido mal diseñadas y mal colocadas, lo que resulta perjudicial durante el traslado de los bovinos, ya que provoca que los animales se atoren o tropiecen durante el traslado y desembarque, lo que provoca fracturas, hematomas y cortes en los animales.



**Imagen 30 y 31.** Presentación de vehículos bovinos con un inadecuado diseño de las cuadrículas o rejillas antideslizantes, con presencia importante de heces y orina.

El problema con los pisos de lámina y madera, es que sin el uso de un aislante y con la acumulación de heces y orina, se convierte en una superficie resbaladiza que provoca caídas y lesiones en los animales transportados, además del estrés y el agotamiento cuando los animales tratan de sostenerse o incorporarse, y un gasto de energía innecesario durante el traslado e incluso en

el desembarque; de acuerdo con Sánchez (2002), un aislante adecuado que absorbe la humedad es arena o paja.

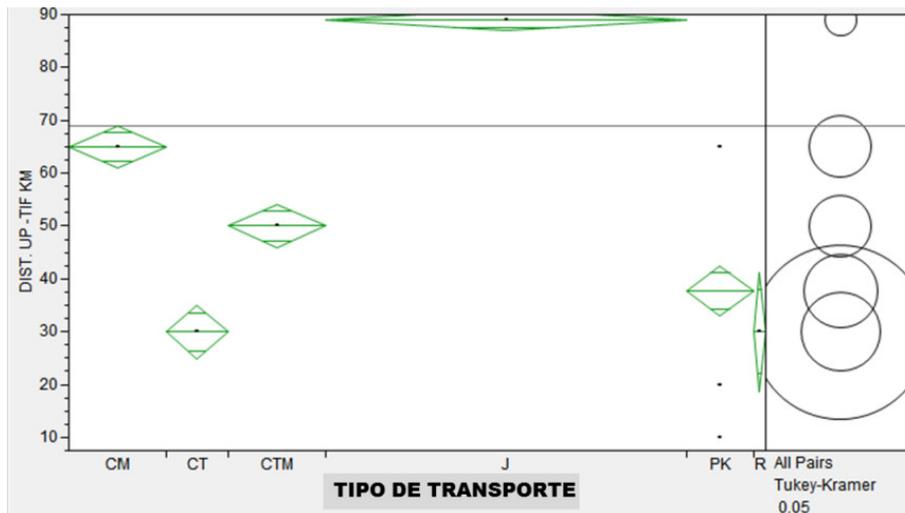


**Gráfico 31.** Tipo de piso en el transporte.

**Gráfico 32.** Aislante en el transporte.

Los animales provienen de unidades de producción (UP), ubicadas dentro del estado de Querétaro, sólo eventualmente se procesan animales de otros estados como Guanajuato y Estado de México.

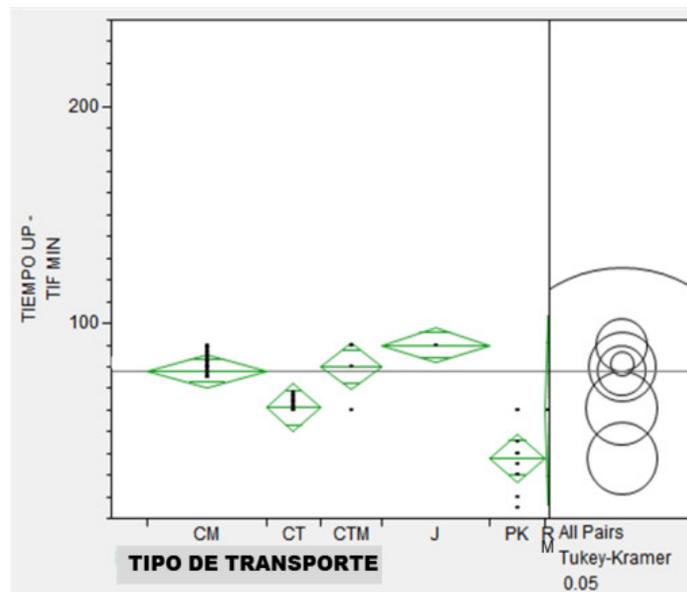
Al comparar el tipo de transporte con la distancia recorrida por los vehículos desde la UP hasta la Planta de matanza (Gráfico 33), se obtuvo que el transporte tipo J presentó los traslados más prolongados con un promedio de 90km, seguido de éste se encuentran los transportes tipo CM y CTM siendo estos diferentes estadísticamente ( $P=0.0001$ ), finalmente los transportes tipo PK, RM y CT presentaron los recorridos de menor distancia, de entre 30 y 50km, siendo estadísticamente iguales, ( $P=0.0001$ ).



**Gráfico 33.** Comparación del Tipo de transporte con la distancia recorrida desde la UP hasta la

Planta de matanza.

El transporte J (Imagen 32) presentó el tiempo de traslado de animales más prolongado con 90 minutos, seguido por el CTM con 80 minutos y siendo estadísticamente iguales ( $P=0.0001$ ) (Gráfico 34). El promedio de los tiempos de traslado fue de 77 minutos, los recorridos más cortos fueron de 15 minutos y en su mayoría correspondieron al transporte tipo PK, vehículo que se utiliza comúnmente para el traslado de animales que se encuentran en lugares cercanos a la Planta de matanza.



**Gráfico 34.** Comparación entre el tipo de transporte y el tiempo de traslado desde la UP hasta la Planta de matanza.



**Imagen 32.** Transporte “J” poco frecuente en esta Planta de matanza.

## Densidad animal

La densidad animal en el transporte o densidad de carga, tiene implicaciones en el bienestar animal y por lo tanto, en la calidad de la carne. De acuerdo con algunos autores la densidad animal para el transporte de bovinos se modifica en base al peso de los animales; de acuerdo con Grandin (2000), para bovinos de entre 360 y 635Kg se manejan densidades de 0.95 a 1.75m<sup>2</sup> respectivamente, con variaciones intermedias según el peso del bovino.

La densidad animal en el transporte se determinó de acuerdo a la cantidad de animales y al peso promedio de los mismos registrados en cada vehículo que ingresó a la Planta de matanza (con promedio de peso de 275 a 550Kg), la densidad animal considerada como correcta para este estudio, se determinó en base a los estudios de Grandin (2000) ( $\pm 0.01$ ), dependiendo del área disponible para la carga de animales de cada vehículo (Imagen 33 y 34), sin tomar en cuenta la presencia o ausencia de cuernos.



**Imagen 33 y 34.** Ejemplo de vehículos para el transporte de bovinos, uno de ellos con sobrecarga de animales y otro con exceso de espacio.

Se observó que la mayoría de los vehículos que arribaron a las instalaciones de la Planta matanza durante el periodo de estudio presentaron sobrecarga animal representado por un 86.95%; se observó un exceso de espacio proporcionado por animal en un 9.56% de los vehículos y sólo un 3.47% de los vehículos mostraron una densidad animal más cercana a la correcta (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Densidad animal según el tipo de transporte (bovinos).

Tipo de Transporte	Adecuado	Mucho Espacio	Sobrecarga	Total
J	0	0	59	59
CM	0	0	16	16
CT	0	1	9	10
CTM	0	0	16	16
PK	4	8	0	12
RM	0	2	0	2
<b>TOTAL</b>	<b>4 (3.47%)</b>	<b>11 (9.56%)</b>	<b>100 (86.95%)</b>	<b>115</b>

(J= Jaula, CM= Camión Mediano, CT= Camión de Tres Toneladas, CTM= Camión de Tres Toneladas y Media, PK= Camioneta Pick Up, RM= Remolque).

El exceso de espacio, al igual que la sobrecarga en el transporte representa un problema durante el traslado de los bovinos al representar en conjunto un 96.51%, teniendo como resultado un mayor estrés, acompañado de una mayor frecuencia de lesiones provocadas por el transporte (Imagen 35). Se observó una fuerte relación entre los animales que viajaron con exceso de espacio (generalmente en camioneta pick up) y la aparición de lesiones en boca durante la inspección de las cabezas, donde se encontraron belfos y encías lastimadas, así como la pérdida o ruptura de una o más piezas dentales (Imagen 36).

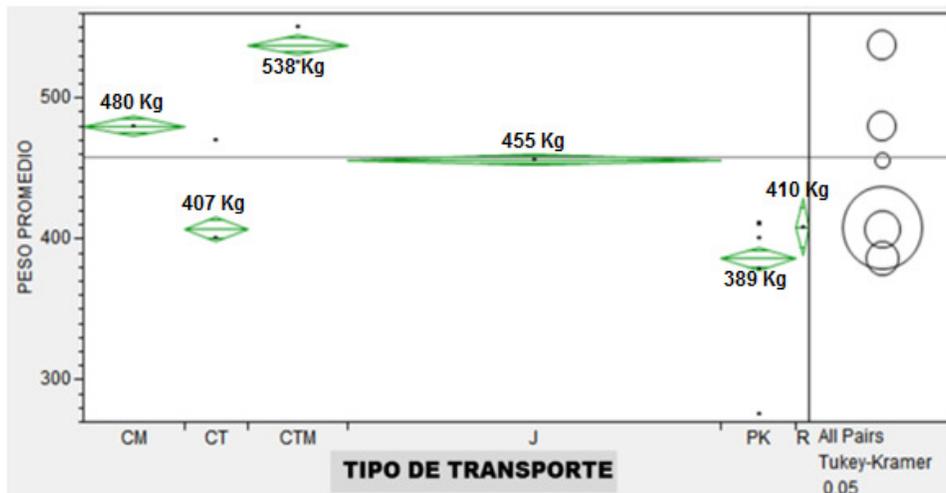


**Imagen 35.** Hemoptisis en bovino causada por golpes en el hocico, debido al exceso de espacio en el transporte.



**Imagen 36.** Lesiones *postmortem* encontradas en cavidad bucal de bovinos que viajaron con exceso de espacio en el transporte.

Se observó la densidad animal en cada Tipo de transporte, obteniendo que el PK fue el único vehículo que registró densidad de carga correcta, sin embargo, también presentó el porcentaje más alto de vehículos con un exceso de espacio; por otra parte el transporte tipo J presentó el mayor porcentaje de vehículos con sobrecarga, seguido de CM, CTM y CT con porcentajes menores; sin embargo, CTM registró el 100% de sus vehículos dentro de la clasificación de “sobrecarga” al tiempo que presentó el promedio de animales con mayor peso (Gráfico 35), de acuerdo con Hui *et al* (2006), en casos como este, los animales no son capaces de lograr una postura adecuada para mantener el equilibrio, resultando en un mayor número de lesiones.



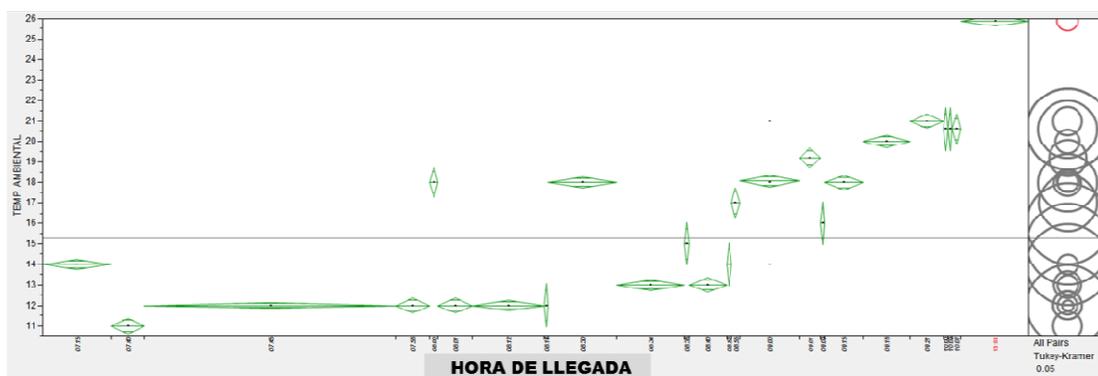
**Gráfico 35.** Peso promedio de los bovinos por Tipo de transporte.

Durante el traslado hacia la Planta de matanza, los vehículos circulan por caminos de terracería y pavimento. Únicamente los animales trasladados en J y PK presentaron recorridos en caminos de terracería. De igual manera el transporte tipo J presentó sobrecarga animal; según Hui *et al* (2006) la sobrecarga animal y las vibraciones presentes en los trayectos son factores estresantes a considerar durante el traslado de los animales. De acuerdo con Mota (2013), una hora en sobre camino de terracería, tiene un equivalente a 4 horas en camino pavimentado o carretera.

## Temperatura y humedad durante la recepción

El horario de recepción de ganado en la Planta de matanza es de 6:00 a 19:30 horas, los bovinos que se deseen sean procesados el mismo día deben arribar a la Planta de matanza antes de las 10:00am, los bovinos que arriben fuera de este horario se quedan en los corrales para ser procesados al día siguiente. De acuerdo a estos horarios se evaluó a la llegada, la temperatura externa de los animales en los diferentes tipos de transportes; los primeros vehículos que ingresaron a la Planta de matanza fueron registrados a las 07:15 horas, mientras que los últimos vehículos se registraron a las 13:03 horas.

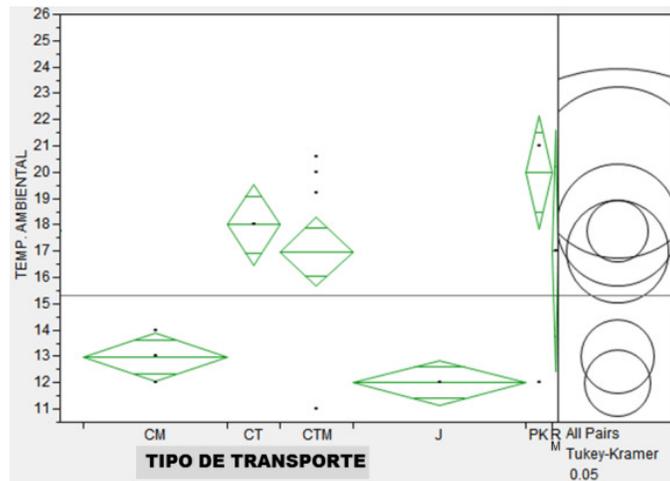
La temperatura externa más baja que se registró fue de 19.5°C, mientras que la más alta fue de 30.1°C, las temperaturas fueron muy variables en el periodo de Julio a Noviembre del 2012, sin haberse encontrado una relación entre la temperatura externa de los animales con el mes o la hora de arribo a la Planta de matanza; sin embargo, si se detectó una relación entre la hora del arribo y la temperatura ambiental (Gráfico 36), dónde se pudo apreciar un aumento gradual en la temperatura ambiental conforme avanzan las horas del día, lo cual fue estadísticamente significativo ( $P=0.0001$ ).



**Gráfico 36.** Relación de la temperatura ambiental con la hora de arribo de los bovinos a la Planta de matanza.

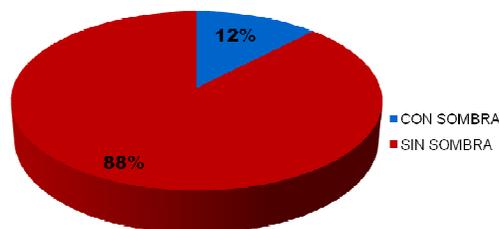
Al analizar los registros de temperatura y Tipo de transporte al momento del arribo (Gráfico 37), se encontró que los animales en el transporte tipo PK presentaron las temperaturas más altas (20°C), en segundo lugar se encontró al transporte tipo CT (18°C), seguido por RM (17.1°C) y CTM (17°C).

Por el contrario, siendo estadísticamente diferentes al resto de los vehículos ( $P=0.0001$ ), las temperaturas más bajas se registraron en el transporte tipo CM ( $13^{\circ}\text{C}$ ) y J ( $12^{\circ}\text{C}$ ), lo cual representó una ventaja para J, debido a que, a pesar de ser el vehículo con mayor porcentaje de sobrecarga de animales, se registró como el vehículo que arriba a las instalaciones de la Planta de matanza en las primeras horas de la recepción, lo cual, no le agrego estrés a los animales, al no presentar incremento en la temperatura de los animales causada por el incremento de la temperatura ambiental.



**Gráfico 37.** Relación entre el Tipo de transporte y la temperatura ambiental al momento del arribo.

Cabe mencionar que de acuerdo con Braña *et al* (2011), para tener un mejor control en la temperatura de los animales, es forzoso que los vehículos cuenten con techo que los proteja de las inclemencias del tiempo; en el caso de los vehículos que se registraron en la planta de matanza durante el periodo de estudio (34), sólo un 12% contó con algún tipo de sombra o techo para proteger a los animales (Gráfico 38).

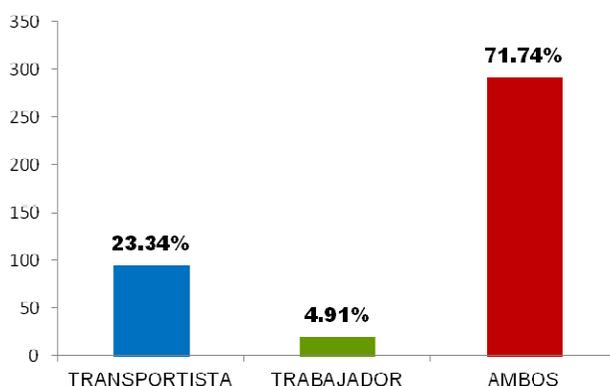


**Gráfico 38.** Porcentaje de vehículos para transporte de bovinos que cuentan con sombra.

## Recepción y movilización de los animales

La recepción de los animales representó una parte crítica en el estudio que se consideró dentro de la Planta de matanza, éste abarca las actividades de desembarque, arreo hacia los corrales y arreo hacia la línea de proceso; la evaluación de dichas actividades indicó un efecto directo sobre el bienestar de los animales, con consecuente repercusión en la calidad de las canales.

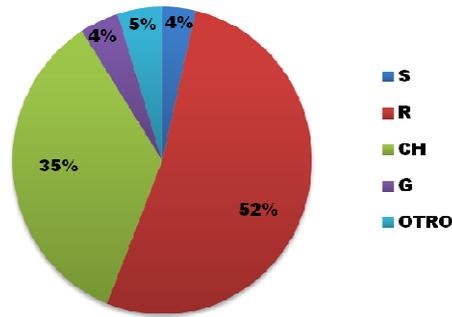
En la evaluación del desembarque se registró al responsable de dicha actividad, se encontró que de los 407 animales muestreados sólo 4.91% fueron descargados por el trabajador de la Planta de matanza, quien los arreó realizando movimientos y ruido a los costados del vehículo; los desembarques realizados por el transportista se encontraron en segundo lugar con 23.34%, donde se observó de forma constante el uso de ruido y chicharra; mientras que los desembarques realizados por ambos, (transportista y trabajador de la planta), fueron los más comúnmente observados en la Planta de matanza con 71.74% (Gráfico 39); la responsabilidad de esta actividad recae en los trabajadores de la Planta de matanza, quienes son capacitados para realizar el desembarque y arreo por lo que debió observarse una menor participación de los transportistas.



**Gráfico 39.** Participación de los transportistas y de los trabajadores de la Planta de matanza en el desembarque de animales.

Para la evaluación del arreo se emplearon claves para identificar las diferentes formas en que se movilizaron los animales. La forma más frecuente

de arreo fue con Ruido (52%), seguido de arreador eléctrico (35%) (Gráfico 40). Se observó el empleo excesivo del arreador eléctrico, en muchas ocasiones se observó que este se aplica en zonas sensibles del cuerpo como ano y cara; de acuerdo con Grandin (1999), la Planta de matanza se encuentra en un “Problema Grave” al encontrarse un porcentaje de 35% de presencia de uso de arreador eléctrico.



**Gráfico 40.** Tipo de arreo para bovinos empleado en la Planta de matanza (S = Silencioso; R = Ruido; CH= Arreador Eléctrico; G = Golpes; OTRO = Sonajas y herramientas improvisadas).

### Lesiones en corrales

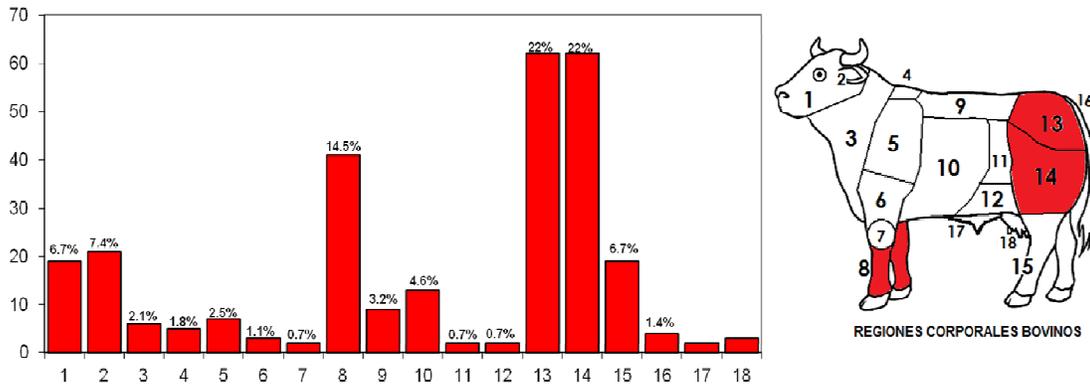
Las lesiones producidas durante el transporte y desembarque fueron registradas en 491 bovinos (Imagen 37), en su mayoría durante la estancia en los corrales de descanso, en el caso de esta especie, gran parte de los bovinos pasaron directamente del vehículo hacia la parte interior de la Planta de matanza donde se llevó a cabo su procesamiento, por lo que las lesiones también se evaluaron con los animales sobre el vehículo o en las mangas de manejo; las lesiones que se encontraron en esta evaluación se atribuyeron a densidades de carga inadecuadas, así como al tipo de transporte.



**Imagen 37.** Lesión en la cabeza de un bovino registrada durante la estancia en corrales de descanso.

Se encontró que durante el traslado de animales fueron frecuentes lesiones en la región de los miembros locomotores pelvianos en los vehículos tipo CM, CTM y PK siendo estadísticamente significativos ( $P=0-0001$ ). De igual manera el transporte tipo PK se relaciona con un exceso de espacio por animal durante el traslado lo que incrementa las lesiones por falta de estabilidad.

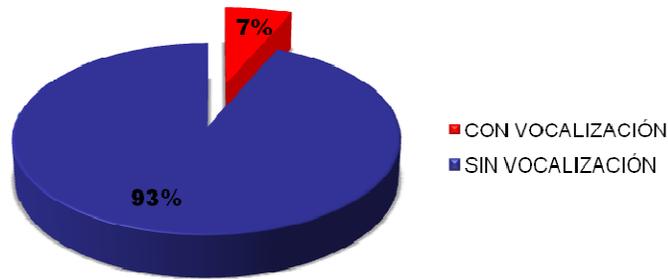
Se registraron 282 lesiones, las más frecuentes presentadas en bovinos se encontraron en las regiones del Glúteo y Cadera (22%), Pierna (22%) y Antebrazo (14.5%) con una aparición significativamente mayor al resto de las lesiones, (Gráfico 41). En la región de la pierna se encuentran cortes como Pulpa larga, Pulpa negra, Pulpa bola, cortes con mucha jugosidad y de valor económico importante, al ser el cuarto trasero de mayor valor que el cuarto delantero.



**Gráfico 41.** Porcentaje de frecuencia de aparición de lesiones por región en bovinos.

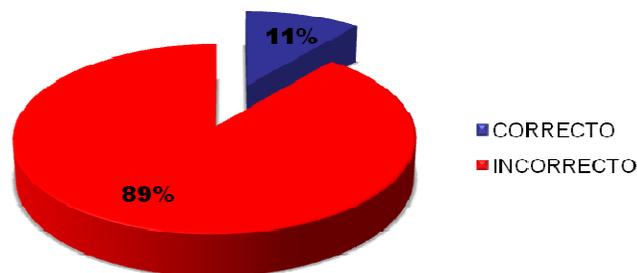
### Insensibilizado

Las vocalizaciones de los animales se registraron dentro del cajón de insensibilizado, obteniendo que de 474 animales muestreados un 7% de los bovinos presentaron vocalizaciones mientras que 93% no las presentaron (Gráfico 42). De acuerdo a Grandin (1999), más de 5% de vocalizaciones antes o durante el insensibilizado representa un “Problema grave” dentro de la Planta de matanza.

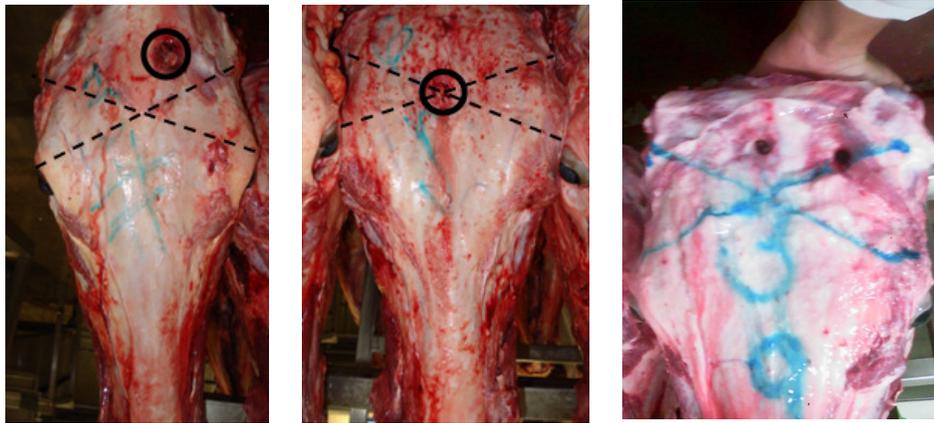


**Gráfico 42.** Presencia de vocalizaciones durante la estancia en el cajón de insensibilizado.

El proceso de insensibilizado de los bovinos (Imagen 38, 39 y 40), se evaluó en base a la posición de la pistola de bala cautiva para dicho proceso de acuerdo a la NOM-033-ZOO-1995 Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres, donde se encontró que de 495 bovinos muestreados sólo el 11% fueron insensibilizados correctamente y un 89% presentó un mal acomodo de la pistola de bala cautiva (Gráfico 43) (Imagen 38), es decir, que el tiro no fue dirigido hacia la laringe del animal, lo que produce un daño insuficiente al cerebro y evita la insensibilidad inmediata y permanente; también fue clasificado como incorrecto la presencia de dos o más disparos en el cráneo de los animales (Imagen 40). El mal posicionamiento del tiro de insensibilizado se debió principalmente al movimiento del animal, ya que el mal diseño del cajón de insensibilizado permitió el movimiento de la cabeza del animal hacia abajo, o hacia los lados; así mismo, la permanencia del animal dentro del cajón de insensibilizado por periodos prolongados aumentó el estrés de los bovinos, ya que, de acuerdo a lo mencionado por Mota (2013) durante las “2<sup>as</sup> Jornadas de Bienestar Animal y Calidad de la Carne”, 10 segundos en el cajón de insensibilizado para un bovinos cebuino representaría más de 12 horas en el transporte.



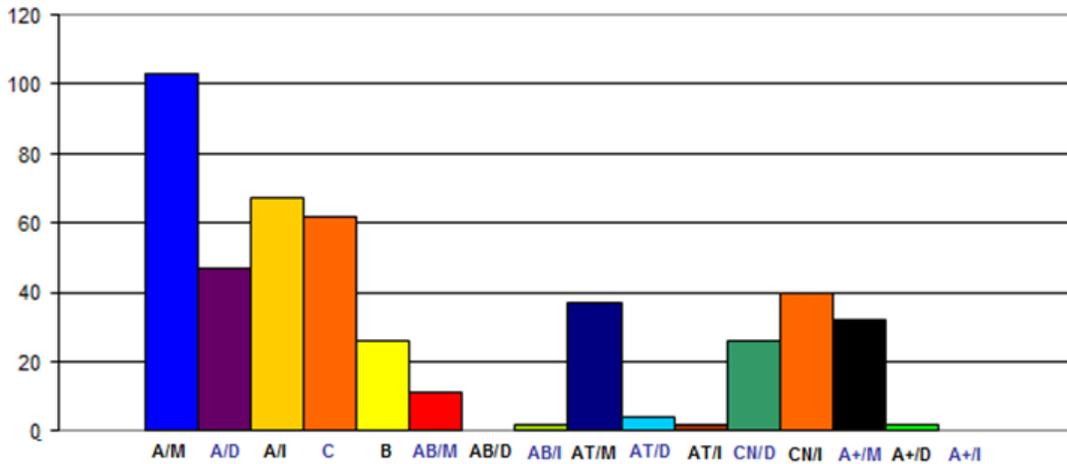
**Gráfico 43.** Porcentaje de colocación del tiro correcta o incorrecta para el insensibilizado.



**Imagen 38, 39 y 40.** Evaluación de la técnica de insensibilizado en bovinos dentro de la planta de matanza.

Dentro de la evaluación del insensibilizado, se registraron distintas combinaciones en lo que respecta a la posición del tiro encontrada sobre el cráneo del animal; la combinación más frecuente fue “A/M” que significa que el orificio se encontró sobre la línea mediana y pero por encima de lo indicado en la NOM-033-ZOO-1995; en segundo lugar se encontró “A/I” que significa que el orificio se encontró con inclinación a la izquierda y por encima de lo indicado por la NOM-033-ZOO-1995 y en tercer lugar se encontró el insensibilizado “C” o cercano, es decir, de 1 a 2 centímetros alrededor de lo indicado en la NOM-033-ZOO-1995 (Gráfico 44), el promedio de tiros encontrados en las cabezas evaluadas fue de 1.09 tiros para la técnica de insensibilización.

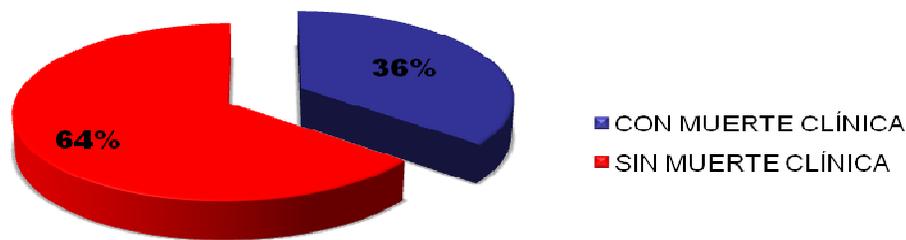
El tiempo transcurrido entre el tiro de insensibilización y el desangrado en la especie bovina fue de 61.40 segundos, lo cual, de acuerdo a la la NOM-033-ZOO-1995, sobrepasa por mucho lo mencionado en dicha norma al duplicar este tiempo; el corte para el degüello en bovinos debe realizarse dentro de los 30 segundos inmediatos al insensibilizado, lo cual, claramente nos se está cumpliendo dentro de la Planta, lo que compromete el bienestar de los animales.



**Gráfico 44.** Resultados de la evaluación en la posición del tiro en el insensibilizado de bovinos.

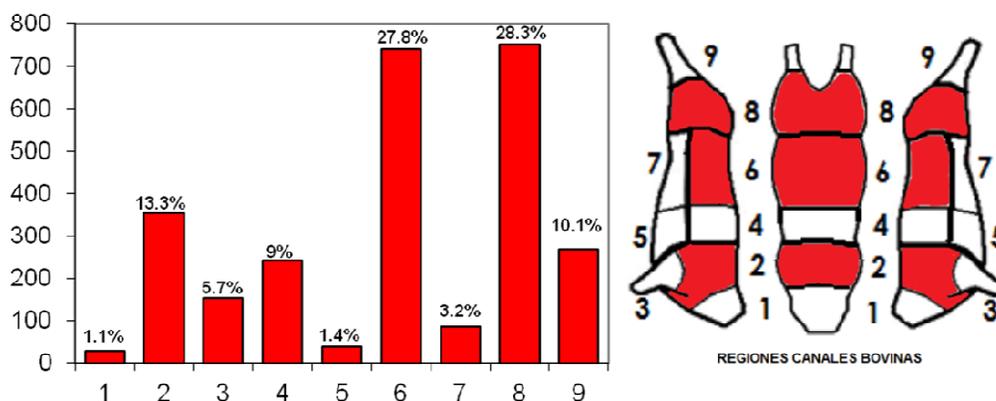
La muerte clínica de los bovinos fue evaluada en base a los tiempos que transcurrieron entre el desangrado y el siguiente proceso en la línea (corte de patas, corte de cuernos o ligadura de esófago). Se tomó como estándar un tiempo de 180 segundos que aseguró el desangrado completo y por lo tanto la muerte clínica del animal. Se obtuvo que únicamente el 36% de los bovinos presentó un tiempo de desangrado suficiente para su muerte clínica, mientras que al 64% restantes se les realizó un siguiente proceso antes de cumplir con la muerte clínica del animal (Gráfico 45), esto debido al diseño inadecuado de la línea de proceso y la falta de capacitación o supervisión de los trabajadores.

El que haya un 64% de animales que no cumplen con una muerte clínica antes del siguiente proceso tiene un gran impacto sobre el Bienestar Animal, ya que se observó que al no esperar el tiempo suficiente, los animales presentaron reflejo al dolor retrayendo sus miembros locomotores torácicos durante el corte de los mismos; durante el corte de cuernos, se observó retracción de la cabeza y miembros torácicos. El dolor provocado a los animales en el momento previo a la matanza incrementa la presencia de canales DFD en bovinos, como ocurrió en el caso de esta Planta de matanza, donde una cuarta parte de las canales registradas presentaron esta condición (Gráfico 48).



**Gráfico 45.** Presentación de muerte clínica de bovinos.

Las lesiones presentadas en las canales de bovinos fueron evaluadas después del desollado, donde se encontró que de las 497 canales registradas, las regiones más afectadas fueron Cadera, Glúteo y Pierna con 28.3% de lesiones presentes (Imagen 41), Lomo con 27.8% (Imagen 42) y Espaldilla con 13.3% (Gráfico 46) (Imagen 43). Las lesiones en Pierna fueron las más frecuentes, seguidas por las lesiones en la región del dorso, lo que tuvo una mayor repercusión económica, tomando en cuenta que en esta región encontramos cortes de un alto valor económico. Las lesiones en la región del Lomo y la Espaldilla, fueron relacionadas con la puerta localizada en la manga de manejo y la puerta hidráulica del cajón de insensibilizado las cuales fueron utilizadas inadecuadamente para forzar el avance y la entrada de los animales, lo que produjo lesiones importantes en dichas regiones.



**Gráfico 46.** Frecuencia de aparición de lesiones en canales bovinas.



**Imagen 41.** Lesión *postmortem* en pierna de bovino.

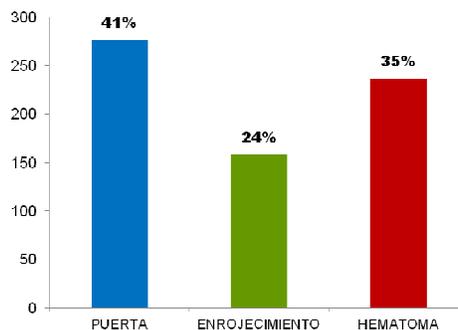


**Imagen 42.** Lesión *postmortem* en lomo de bovino.



**Imagen 43.** Lesión *postmortem* en espaldilla y palera de bovino.

Las lesiones registradas en 466 canales bovinas fueron clasificadas de acuerdo a su forma y distribución, donde se obtuvo que la lesión Puerta se presentó más frecuentemente (41%), seguida de la lesión Hematoma (35%) y por último la lesión Enrojecimiento (24%) (Gráfico 47). Las lesiones Puerta, presentadas en la región del dorso, fueron relacionadas directamente con el manejo inadecuado de la infraestructura de las puertas, donde se observó que estas fueron empleadas para forzar el avance de los animales en la manga, así como en el cajón de insensibilizado; las lesiones Hematoma fueron localizadas en diferentes regiones de la canal y con extensiones variables, producidas por múltiples causas; las lesiones de Enrojecimiento fueron relacionadas con un arreo inadecuado produciéndose el roce contra las mangas de manejo. De acuerdo a los estudios de Méndez (2013), en las Plantas de matanza es común encontrar lesiones en la región del dorso provocadas por las puertas de guillotina en las mangas de manejo, lo que se repitió en este establecimiento evaluado.



**Gráfico 47.** Lesiones más comunes en canales bovinas.

Dentro de las lesiones registradas, se procedió con la evaluación detallada de las cabezas de bovino, esto debido a que se observó que éstos presentaban múltiples lesiones en la cavidad bucal y cráneo, como resultado se obtuvo que de 466 cabezas evaluadas 270 presentaron algún tipo de lesión; de estas lesiones 24.07% pertenecieron a piezas dentales rotas o pérdida total de las mismas (una o más de una) (Imagen 44) , 20.74% fueron encías laceradas o enrojecidas (Imagen 45), 17.04% lesiones en uno o ambos belfos (Imagen 46) y el 38.15% hematomas en la cabeza (Imagen 47).



**Imagen 44.** Pérdida de piezas dentales en bovinos como consecuencia del transporte.



**Imagen 45.** Laceración de encías en bovino por golpes en el transporte.



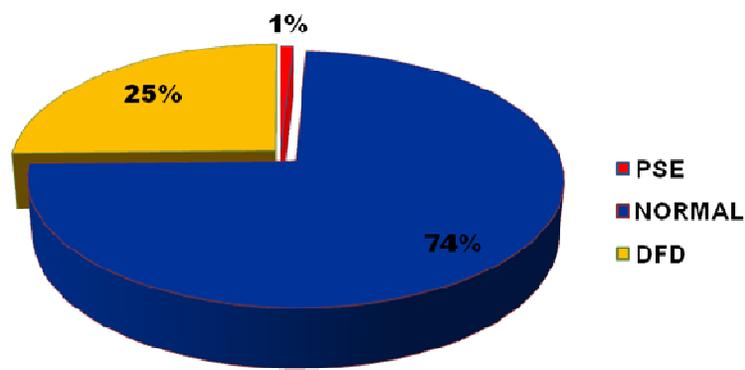
**Imagen 46.** Lesión en belfos encontrada en bovinos.



**Imagen 47.** Presentación de hematomas en las múltiples regiones de la cabeza.

En la parte final del proceso, dentro de la cámara de refrigeración, se registró el pH de 233 canales a los 45 minutos postmortem (pH<sub>45</sub>), donde se

encontró que 1% presentó un pH <6.0 quedando dentro de la clasificación de canales PSE, 25% presentó un pH  $\geq$  6.4 quedando dentro de la clasificación de canales DFD; el 74% restante presentó un pH  $\geq$ 6.0, pero <6.4, las cuales fueron clasificadas como canales normales (Gráfico 48). Si bien las pérdidas económicas por presencia de carne DFD no son comparables con las pérdidas por goteo en la carne PSE, se tienen pérdidas importantes en la calidad de la carne, donde el consumidor compra carne dura, sin jugosidad (debido a la retención de agua) y que además, tiene una menor vida de anaquel debido a que su pH elevado que no evita el crecimiento de las bacterias.



**Gráfico 48.** Presencia de canales bovinas DFD y PSE (pH<sub>45</sub>).

Esta situación alarmante, provocada en parte por el traslado de los animales a la planta, los periodos de ayuno, el estrés y sobre todo el manejo momentos antes de su matanza, puede ser corregida implementando programas de capacitación y auditorias continuas en la Planta de matanza, así como reglamentos y capacitación para los introductores. Además, mejorar los métodos de transporte y manejo que garanticen un bienestar animal incrementará los rendimientos de canal y la calidad de la carne obteniendo así, mejores ganancias económicas.

## V. CONCLUSIONES

- Con base a los resultados, el establecimiento debe realizar cambios, en primer lugar y de manera urgente, capacitar al personal para el correcto desembarque, arreo, insensibilizado y desangrado de los animales, así como mejorar la infraestructura de las rampas de desembarque, la manga de manejo y el cajón de insensibilizado, para que se garantice el bienestar de los animales y con ello se logre la mejora en la calidad de la carne ya que las pérdidas económicas por ausencia de bienestar animal ascienden a los 14 millones de pesos anuales, generando pérdidas económicas importantes dentro de toda la cadena de la industria cárnica.
- El BA se ha convertido en un elemento diferenciador y un valor agregado en la comercialización de la carne bovina y porcina se debe de integrar este componente dentro de los requerimientos de las buenas prácticas de producción primaria y secundaria.
- Es necesario incentivar y fortalecer la introducción del BA en los currículos de los programas de Medicina Veterinaria y Zootecnia, la conformación de líneas de investigación aplicada en el área, y la vinculación de la academia en la resolución de problemas de la industria, relacionados con su falta de implementación, muchas veces por falta de conocimiento.
- Independientemente de las soluciones metodológicas para medir el estrés y bienestar, el manejo apropiado de los animales de abasto durante el transporte y el periodo previo a la matanza, debería contemplarse como parte de los programas de manejo de calidad, basados en el concepto de BA y los protocolos de evaluación para plantas de matanza. Es importante enfatizar que ante todo esto no se debe olvidar, ni pasar por alto el manejo inocuo de los alimentos.
- Con respecto a los operarios, es común percibir rudeza y malos tratos hacia el animal, motivado generalmente por inexperiencia o ignorancia. Los operarios en general, no tratan mal a los animales por gusto o solo por satisfacción de aplicar crueldad, sino que en la mayoría de los casos, no han recibido la instrucción mínima necesaria para desempeñar su tarea satisfactoriamente. En general al trabajador rural no se le educa en conceptos básicos del comportamiento de los animales. Debería existir un incentivo para motivar a los trabajadores a hacer del buen manejo un hábito, así mismo, se deben aplicar

sanciones a quienes traten cruelmente a los animales luego de la debida capacitación, la cual es responsabilidad del la Planta de sacrificio.

- Se debe implementar un sistema de capacitación obligatorio para introductores, ya que no poseen el conocimiento adecuado en cuanto a la movilización y manejo de animales, del mismo modo, se deben diseñar e implementar estrictamente reglamentos para limitar la participación de los introductores en las tareas que correspondientes a los operarios del rastro.
- Implementar los métodos de arreo, manejo e insensibilizado correctos para minimizar el estrés y lesiones, consiguiendo así incrementar considerablemente las ganancias económicas brindando un Bienestar Animal a los porcinos, carne de calidad y mejores rendimientos de canal.
- La aplicación de medidas correctivas tanto a operarios, como en materia de infraestructura podrían llevar a que el Bienestar Animal, de la mano con la calidad de la carne, se convierta en una forma habitual de manejo en esta Planta de matanza, acercándola en un futuro la Certificación en Bienestar Animal a nivel Internacional.

## LITERATURA CITADA

1. Alarcón R. A. Gamboa A. J. Janacua V. H. 2008. Factores que afectan la calidad de la carne de cerdo. Nacameh, Difusión Vía Red de Cómputo semestral sobre Avances en Ciencia y Tecnología de la Carne. Volumen 2, N° 1, Junio 2008. Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Zootecnia.
2. American Meat Institute Foundation (AMIF), 2010. Manejo Recomendado de los Animales (Lineamientos y Guía de Auditoría), Washington, DC. Ubicado en: <http://www.meatami.com/ht/a/GetDocumentAction/i/61388>.
3. Becerril H. M. Mota R. D. Guerrero L. I. Schuneman A. A. Lemus F. C. González L. M. Ramírez N. R. Alonso S. M. 2009. Aspectos relevantes del bienestar del cerdo en tránsito. Universidad Nacional Autónoma de México. Ubicado en: <http://www.ejournal.unam.mx/rvm/vol40-03/RVM040000309.pdf> . Consultado en Abril de 2013.
4. Braña V D, Méndez M R, Cuarón I J. 2011. Manual de Responsabilidades en el Transporte de Porcinos. Folleto Técnico N° 10, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México, D.F.
5. Carrasco G A A, Muñoz P M E. 2010. Implementación de indicadores para evaluar el bienestar animal en plantas de matanza. Universidad Veracruzana, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 1er Simposio de Bienestar Animal.
6. Coma J. Piquer J. 1999. Calidad De Carne En Porcino: Efecto de la Nutrición. Xv Curso De Especialización. Avances en Nutrición y Alimentación Animal. Ubicado en: <http://www.uco.es/servicios/nirs/fedna/capitulos/99CAP8.pdf> , Consultado en Enero de 2013.
7. Echevarría A. I. 2009. El Ambiente Climático en la Producción Porcina. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto. Ubicado en: <http://www.ciap.org.ar/ciap/Sitio/Materiales/Produccion/Instalaciones/EL%20AMBIENTE%20CLIMATICO%20EN%20LA%20PRODUCCION%20PORCINA.pdf> . Consultado en Marzo de 2013.
8. Echeverría A. I. Miazso R. 2002. El ambiente en la Producción Animal. Cursos de Producción Animal, Facultad de Agricultura y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto. Ubicado en: [http://www.produccion-animal.com.ar/clima\\_y\\_ambientacion/01-el\\_ambiente\\_en\\_la\\_produccion\\_animal.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/clima_y_ambientacion/01-el_ambiente_en_la_produccion_animal.pdf) . Consultado en Abril de 2013.
9. Eusse G. J. 2000. La carne de porcino, Guía práctica para su comercialización. Asociación Americana de Soya. Medellín, Colombia.
10. Facultad de Agronomía (FAGRO), 2011. Estructura Química de las Proteínas. Universidad de la República Uruguay. Montevideo, Uruguay.
11. Ganadería, Pesca y Alimentos de la Nación (SAGPyA). 2008. Calidad de la canal de porcino. La Secretaría de Agricultura. Oficina Nacional de Control Comercial Agropecuario (ONCCA). Buenos Aires, Argentina.

12. Grandin T. 1991. Recomendaciones para el Manejo de Animales en las Plantas de Faena. American Meat Institute. Departamento de Ciencia Animal. Colorado State University. Washington, Dc. Ubicado en: [Http://Www.Grandin.Com/Spanish/Recomendaciones.Html](http://www.grandin.com/spanish/recomendaciones.html) . Consultado En Marzo De 2013.
13. Grandin T. 1994. Animal Welfare in Slaughter Plants (Bienestar Animal en las Plantas de Matanza). Ubicado en: <http://www.grandin.com/welfare/general.session.html>.
14. Grandin T., 1999, Como determinar la insensibilidad en bovinos, porcinos y ovinos en la planta de matanza, How to Determine Insensibility in Cattle, Pigs, and Sheep in Slaughter Plants ubicación: <http://www.grandin.com/humane/insensibility.html> . Consulta: Junio, 2012.
15. Grandin T. 2000. Manejo y Bienestar del ganado en los Rastros. Departamento de Ciencia Animal. Universidad del Estado de Colorado Fort Collins, USA.
16. Grandin T. 2010. Behaviour of cattle, pigs, bison and antelope handling and transport (Comportamiento de Ganado, porcinos, bisontes y antilopes durante el manejo y transporte). Livestock behaviour, design of facilities and humane slaughter (Comportamiento del ganado, diseño de instalaciones y sacrificio humanitario). Ubicado en: <http://www.grandin.com/> . Consultado en Agosto del 2012.
17. Herrera G. M. Peña B. F. Rodero S. E. 2002. Mecanismos de control de la conducta. Percepción sensorial en los animales domésticos. Comunicación. Etología Aplicada, Protección Animal Y Etnología. Departamento De Producción Animal. Universidad de Córdoba, España. Ubicado en: [http://www.uco.es/organiza/departamentos/prod-animal/economia/aula/img/pictorex/06\\_07\\_02\\_TEMA\\_6.pdf](http://www.uco.es/organiza/departamentos/prod-animal/economia/aula/img/pictorex/06_07_02_TEMA_6.pdf) , Consultado en: Mayo 2012.
18. Hui Y. H. Guerrero I. Rosmini M. R. 2006. Ciencia y Tecnología de Carnes. Primera Edición. Editorial Limusa S.A. de C.V. México D.F.
19. Hui Y. H., Guerrero I., Rosmini M. R. , 2006. Ciencia y Tecnología de Carnes. Primera Edición. Editorial Limusa S.A. de C.V. México D.F.
20. Lara L P, Sanginés G J. 1997. Zootecnia de porcinos, antología. Primera edición. Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria. México, D.F.
21. Mander T., Arias R. 2008. El manejo del estrés por calor en vacuno de carne. Publicación para Veterinarios y Técnicos del Sector de Animales de Producción. Universidad de Nebraska. Ubicado en: [http://www.academia.edu/1490767/El\\_manejo\\_del\\_estres\\_por\\_calor\\_en\\_vacuno\\_de\\_carne](http://www.academia.edu/1490767/El_manejo_del_estres_por_calor_en_vacuno_de_carne) . Consultado en Abril de 2013.
22. Méndez G. M. 2012. El estrés y el Bienestar Animal, Apuntes de Bienestar Animal, Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro.
23. Mesa A L M, Quiceno M D F. 2010. Matanza y faenado de Bovinos y Porcinos.
24. Miralla M A. 2007. Influencia del Bienestar Animal en la Calidad de la Carne. Innovación, Tecnología y Gestión. Navarra, España. <http://www.navarraagraria.com/n164/arcarga3.pdf>
25. Moreno G. B. 2006. Higiene e inspección de carnes: Procedimientos recomendados e interpretación. Editorial Diaz de Santos. España.

26. Mota R. D. Guerrero L. I. Trujillo O. M. 2010. Bienestar animal y calidad de la carne, enfoques químicos y experimentales. Editorial BM Editores S. A. de C. V. México, D.F.
27. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2010. Efectos del estrés y de las lesiones en la calidad de la carne y de los subproductos. Depósito de Documentos de la FAO. <http://www.fao.org/docrep/005/x6909S/x6909s04.htm>
28. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2013. Carne y Productos Cárnicos. Departamento de Agricultura y Protección del Consumidor. Producción y Sanidad Animal. <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/home.html>
29. Price F.J., Schweigert S.B., 1994. Ciencia de la carne y de los productos cárnicos. Editorial Acribia, S.A., Segunda Edición. Zaragoza, España.
30. Ritter M J, Ellis M, Brinkmann J, DeDecker J M, Keffaber K K, Kocher M E, Peterson B A, Schlipf J M, Wolter F J. 2006. Effect of floor space during transport of market-weight pigs on the incidence of transport losses at the packing plant and the relationships between transport conditions an losses. Journal of Animal Science. University of Illinois, Urbana, Illinois, USA.
31. Ros P. J. M. 2008. Bienestar Animal en el Transporte. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. Dirección General de Modernización de Explotaciones y Capacitación Agraria. Consejería de Agricultura y Agua.
32. Sánchez G J. 2002. Transporte de Ganado Bovino. Universidad Nacional Autónoma de México. Departamento de Rumiantes, Bovinotecnia. México, D. F.
33. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). 2012. Manual de Buenas Prácticas Pecuarias en el Sistema de Producción de Ganado Productor de Carne en Confinamiento.
34. Swatland H.J., 1995. Evaluación de la carne en la cadena de producción. Editorial Acribia, S.A., Segunda Edición. Zaragoza, España.
35. Téllez V J. 2005. La calidad de la carne de vacunos. Universidad Nacional Agraria La Molina, UNALM. Primer Congreso Peruano de la Carne. Lima, Perú.
36. Warris P.H., 2003, Ciencia de la carne, Editorial Acribia, S.A., Primera Edición. Zaragoza, España.

## APENDICE

### Anexo 1. EVALUACIÓN EMBARQUE – TRANSPORTE

#### EVALUACIÓN EMBARQUE - TRANSPORTE

<b>GRANJA</b>	
<b>FECHA:</b>	
Nombre de la granja:	Encargado – Introdutor:
Ubicación:	Número de animales:
Fin zootécnico:	Edad y raza:
Consumo de alimento:	Distancia corral-transporte:
Arreo:	(MN) (S) (R) (CH) (G) (B) (OTRO) (NO) (SI)
Área de embarque:	
<b>TRANSPORTE</b>	
Tipo de transporte:	Observaciones:
Velocidad km/h:	Capacidad real:
Distancia granja – planta TIF	
Tiempo granja – planta TIF	
Características del trayecto:	
<b>GRANJA</b>	
<b>FECHA:</b>	
Nombre de la granja:	Encargado – Introdutor:
Ubicación:	Número de animales:
Fin zootécnico:	Edad y raza:
Consumo de alimento:	Distancia corral-transporte:
Arreo:	(MN) (S) (R) (CH) (G) (B) (OTRO) (NO) (SI)
Área de embarque:	
<b>TRANSPORTE</b>	
Tipo de transporte:	Observaciones:
Velocidad km/h:	Capacidad real:
Distancia granja – planta TIF	
Tiempo granja – planta TIF	
Características del trayecto:	
<b>GRANJA</b>	
<b>FECHA:</b>	
Nombre de la granja:	Encargado – Introdutor:
Ubicación:	Número de animales:
Fin zootécnico:	Edad y raza:
Consumo de alimento:	Distancia corral-transporte:
Arreo:	(MN) (S) (R) (CH) (G) (B) (OTRO) (NO) (SI)
Área de embarque:	
<b>TRANSPORTE</b>	
Tipo de transporte:	Observaciones:
Velocidad km/h:	Capacidad real:
Distancia granja – planta TIF	
Tiempo granja – planta TIF	
Características del trayecto:	

**Anexo 2. REGISTRO DE VEHÍCULOS PARA PORCINOS.**

**TRANSPORTE 1**



**TRANSPORTE 2**



**TRANSPORTE 3**



**TRANSPORTE 4**



**TRANSPORTE 5**



**TRANSPORTE 6**



**TRANSPORTE 7**



**TRANSPORTE 8**



**TRANSPORTE 9**



**TRANSPORTE 10**



**TRANSPORTE 11**



**TRANSPORTE 12**



**TRANSPORTE 13**



**TRANSPORTE 14**



**TRANSPORTE 15**



**TRANSPORTE 16**



**TRANSPORTE 17**



**TRANSPORTE 18**



**TRANSPORTE 19**



**TRANSPORTE 20**



**TRANSPORTE 21**



**TRANSPORTE 22**



**TRANSPORTE 23**



**TRANSPORTE 24**



**TRANSPORTE 25**



**TRANSPORTE 26**



**TRANSPORTE 27**



**TRANSPORTE 28**



**TRANSPORTE 29**



**TRANSPORTE 30**



**TRANSPORTE 31**



**TRANSPORTE 32**



**TRANSPORTE 33**



**TRANSPORTE 34**



**TRANSPORTE 35**



**TRANSPORTE 36**



**TRANSPORTE 37**



**Anexo 3. REGISTRO DE VEHÍCULOS PARA BOVINOS.**

**TRANSPORTE 1**



**TRANSPORTE 2**



**TRANSPORTE 3**



**TRANSPORTE 4**



**TRANSPORTE 5**



**TRANSPORTE 6**



**TRANSPORTE 7**



**TRANSPORTE 8**



**TRANSPORTE 9**



**TRANSPORTE 10**



**TRANSPORTE 11**



**TRANSPORTE 12**



**TRANSPORTE 13**



**TRANSPORTE 14**



**TRANSPORTE 15**



**TRANSPORTE 16**



**TRANSPORTE 17**



**TRANSPORTE 18**



**TRANSPORTE 19**



**TRANSPORTE 20**



**TRANSPORTE 21**



**TRANSPORTE 22**



**TRANSPORTE 23**



**TRANSPORTE 24**



**TRANSPORTE 25**

**TRANSPORTE 26**



**TRANSPORTE 27**



**TRANSPORTE 28**



**TRANSPORTE 29**

**TRANSPORTE 30**



**TRANSPORTE 31**

**TRANSPORTE 32**



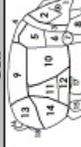
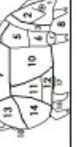
**TRANSPORTE 33**

**TRANSPORTE 34**





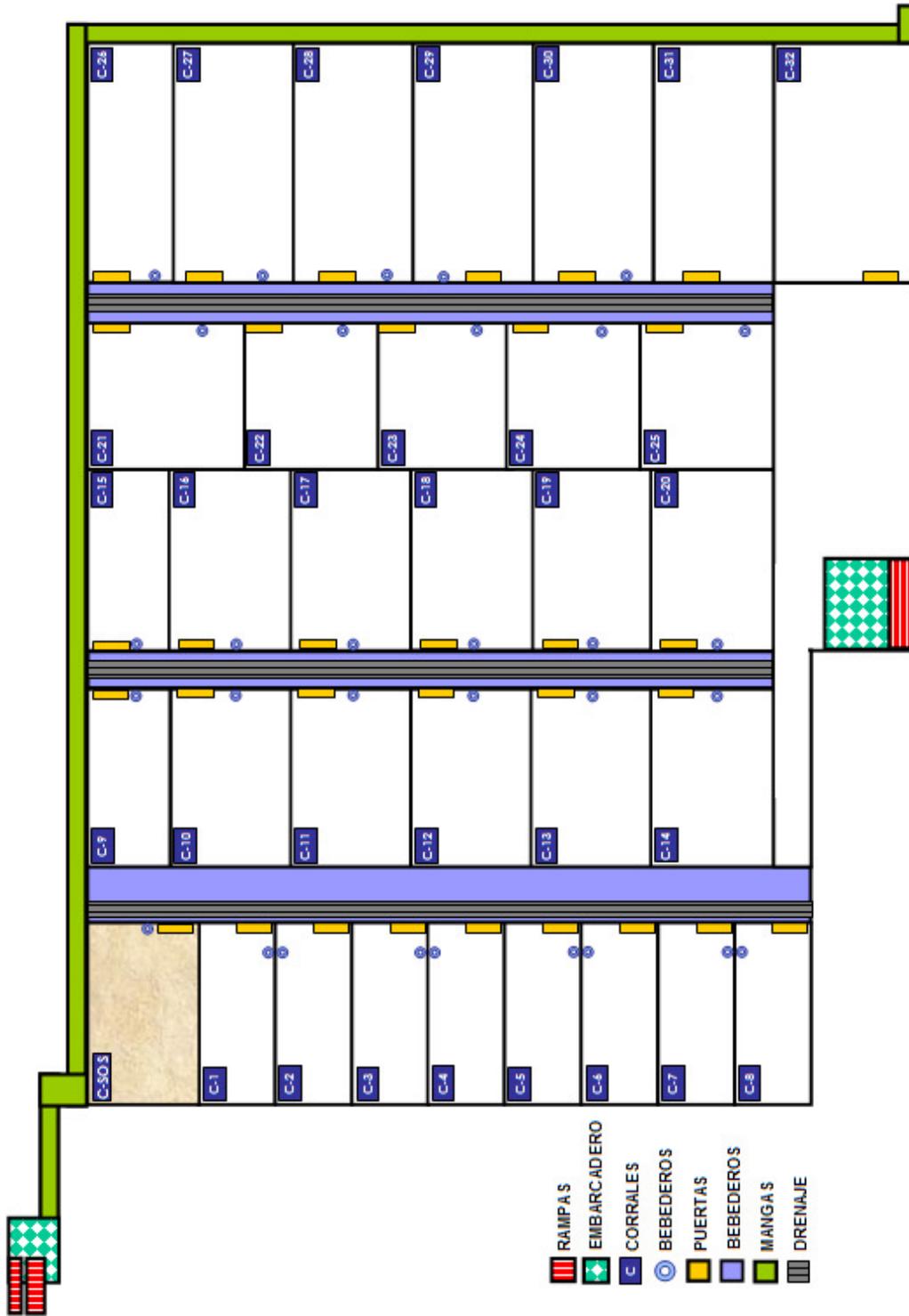
## Anexo 5. CORRALES DE DESCANSO DE PORCINOS

CORRALES DE DESCANSO DE PORCINOS									
	FECHA	EVALUADOR							
Animal	# corral	Introduccion	Lesiones IZQ	Lesiones DER	Estrés Confort	@'s Mordidos/ Peleando	Tiempo descanso	Ayuno	Observaciones
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

## Anexo 6. CORRALES DE DESCANSO DE BOVINOS

CORRALES DE DESCANSO BOVINOS									
FECHA		EVALUADOR							
Animal	# corral	Introduccion	Lesiones IZQ	Lesiones DER	Estrés Cortisol	@'s Mordidos/ Peleando	Tiempo descanso	Ayuno	Observaciones
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

Anexo 7. PLANO DE LOS CORRALES DE PORCINOS.



## Anexo 8. PROCESO DE MATANZA DE GANADO PORCINO.

I N S E N S I B I L I Z A C I Ó N					S A C R I F I C I O						
#@ / Canal	Voc.	INS.	Tiempo INS.	Método de insensibilización	Tiempo INS-DES	# Cortes	Tiempo DES-NEXT	Musculatura	Boqueo	Reflejo ocular	Muerte clínica del animal
1				(EI) (PC) (OTRO)				(RX) (TX)			
2				(EI) (PC) (OTRO)				(RX) (TX)			
3				(EI) (PC) (OTRO)				(RX) (TX)			
4				(EI) (PC) (OTRO)				(RX) (TX)			
5				(EI) (PC) (OTRO)				(RX) (TX)			
6				(EI) (PC) (OTRO)				(RX) (TX)			
7				(EI) (PC) (OTRO)				(RX) (TX)			
8				(EI) (PC) (OTRO)				(RX) (TX)			
9				(EI) (PC) (OTRO)				(RX) (TX)			
10				(EI) (PC) (OTRO)				(RX) (TX)			
11				(EI) (PC) (OTRO)				(RX) (TX)			
12				(EI) (PC) (OTRO)				(RX) (TX)			
13				(EI) (PC) (OTRO)				(RX) (TX)			
14				(EI) (PC) (OTRO)				(RX) (TX)			
15				(EI) (PC) (OTRO)				(RX) (TX)			
16				(EI) (PC) (OTRO)				(RX) (TX)			
17				(EI) (PC) (OTRO)				(RX) (TX)			
18				(EI) (PC) (OTRO)				(RX) (TX)			
19				(EI) (PC) (OTRO)				(RX) (TX)			
20				(EI) (PC) (OTRO)				(RX) (TX)			
											=

FECHA

### PROCESO DE SACRIFICIO DE GANADO PORCINO

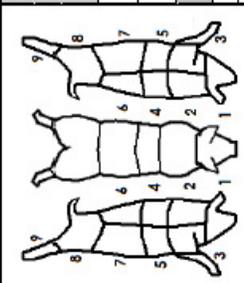
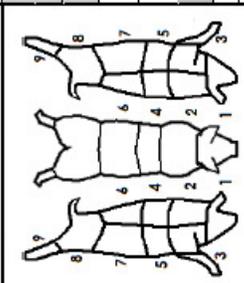
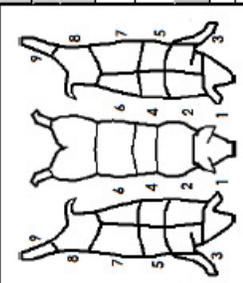
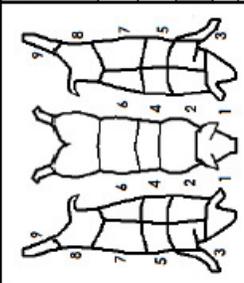
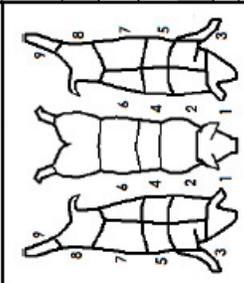
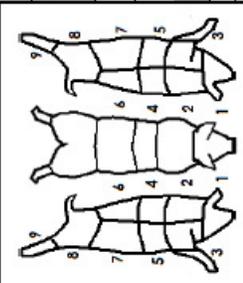


Potencia (Voltaje / amperaje) de insensibilizador \_\_\_\_\_



**Anexo 9. INSPECCIÓN DE LESIONES EN CANALES (porcinos).**

**INSPECCIÓN DE LESIONES EN CANALES**

LESIONES		LESIONES		LESIONES	
					
pH ____ pH ____ T° lósar/HORA	pH ____ pH ____ T° lósar/HORA	pH ____ pH ____ T° lósar/HORA	pH ____ pH ____ T° lósar/HORA	pH ____ pH ____ T° lósar/HORA	pH ____ pH ____ T° lósar/HORA
pen./HORA	pen./HORA	pen./HORA	pen./HORA	pen./HORA	pen./HORA
B L	B L	B L	B L	B L	B L
INT	INT	INT	INT	INT	INT
EXT	EXT	EXT	EXT	EXT	EXT
LESIONES		LESIONES		LESIONES	
TEMPERATURA DE LA CÁMARA HORA DE ENTRADA		TEMPERATURA DE LA CÁMARA HORA DE SALIDA			



# Anexo 11. ANÁLISIS DE INSENSIBILIZACIÓN DE BOVINOS

Fecha: \_\_\_\_\_

## ANÁLISIS DE INSENSIBILIZACIÓN DE BOVINOS

---

