



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA SALUD Y  
PRODUCCIÓN ANIMAL**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**EVALUACIÓN DE LOS PUNTOS CRÍTICOS DEL BIENESTAR ANIMAL EN  
RASTROS TIPO INSPECCIÓN FEDERAL DE CERDOS**

**TESIS**

**QUE PARA LA OPTAR POR EL GRADO DE MAESTRA EN CIENCIAS**

**P R E S E N T A**

**GABRIELA HERNÁNDEZ MORENO**

**Tutor Principal:**

**Dr. R. Danilo Méndez Medina. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.**

**Comité Tutor:**

**Dr. Francisco A. Galindo Maldonado. Facultad de Medicina Veterinaria y  
Zootecnia.**

**Dr. Fernando Borderas Tordesillas. Programa de Maestría y Doctorado en  
Ciencias de la Salud y Producción Animal.**

**MÉXICO D.F. FEBRERO 2015**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## **AGRADECIMIENTO**

Al Fondo Sectorial de Investigación en Materia Agrícola, Pecuaria, Acuicultura, Agrobiotecnología y Recursos Fitogenéticos SAGARPA-CONACYT-COFUPRO por el apoyo para la ejecución de esta tesis como parte del Macroproyecto “*Indicadores de calidad en la cadena de producción de carne fresca en México*”, registro No. 109127.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>II. ANTECEDENTES .....</b>	<b>4</b>
II.1. Bienestar animal.....	4
II.2. Historia de la reglamentación del bienestar animal .....	4
II.3. Concepto de Bienestar Animal y su medición .....	6
II.4. El Bienestar Animal como valor agregado.....	7
II.5. Bienestar animal y calidad de la carne .....	8
II.6. Bienestar del cerdo .....	9
II.6.1. Comportamiento de los cerdos .....	10
II.6.2. Sentido de la vista.....	10
II.6.3. Sentido del olfato .....	11
II.6.4. Sentido del oído .....	12
II.7. Producción de cerdo en México .....	13
II.8. Los rastros en México .....	14
II.8.1. Establecimientos Tipo Inspección Federal.....	15
II.9. El bienestar animal durante el manejo previo a la matanza de cerdos .....	16
II.9.1. Transporte.....	16
II.9.1.1. Vehículos .....	17
II.9.1.2. Microclima del camión.....	18
II.9.1.3. Densidad de carga.....	19
II.9.1.4. Duración del viaje .....	20
II.9.1.5. Ayuno.....	21
II.9.2. Desembarque y arreo .....	22
II.9.2.1. Tiempo de espera .....	22
II.9.2.2. Instalaciones .....	23
II.9.2.2.1. Rampas .....	24
II.9.2.2.2. Paredes y pisos .....	24
II.9.2.2.3. Pasillos y corrales.....	26
II.9.3. Estancia en corral .....	27
II.9.4. Arreo de corral a cajón de aturdimiento .....	28
II.10. Aturdimiento y degüelle .....	29
II.10.1. Aturdimiento eléctrico .....	29
II.10.2. Aturdimiento con Dióxido de Carbono .....	32
II.11. Lesiones .....	35
II.12. Legislación .....	36

<b>III. OBJETIVOS .....</b>	<b>39</b>
<b>IV. MATERIAL Y MÉTODOS .....</b>	<b>40</b>
IV.1. Instalaciones .....	41
IV.2. Transporte.....	41
IV.3. Manejo durante el desembarque, arreo a corrales y arreo a cajón de aturdimiento.....	41
IV.4. Aturdimiento, degüelle y desangrado.....	43
IV.5. Lesiones.....	44
IV.6. Análisis Estadístico .....	45
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>46</b>
V. 1. Transporte.....	46
V.1.1. Tiempo y distancia recorridos.....	46
V.1.2. Condiciones ambientales y microclima de los camiones.....	48
V.1.3. Tipo de camiones .....	49
V.1.4. Densidad de carga .....	56
V.1.5. Tiempo de espera.....	58
V.1.6. Mortalidad durante el transporte .....	59
V.2 Instalaciones .....	61
V. 2.1. Rampa y pasillos .....	62
V.2.2. Corrales .....	67
V.3.Desembarque, arreo a corral y a cajón de aturdimiento .....	71
V.4. Aturdimiento y degüelle.....	79
V.11. Lesiones en canal .....	84
<b>VI. CONCLUSIÓN .....</b>	<b>90</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>94</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>96</b>

## RESUMEN

En México, los rastros certificados bajo el sello Tipo Inspección Federal (TIF), participan en la matanza del 41.1% de cerdos, operando con infraestructura y equipamiento moderno, garantizando la inocuidad del producto; sin embargo, se desconoce el nivel del bienestar de los animales dentro de ellos. Este trabajo, presenta la condición de los puntos críticos del bienestar animal de 5 rastros Tipo Inspección Federal dedicados a la matanza de cerdos, ubicados en el norte, centro y sureste del país. La evaluación se realizó bajo los indicadores sugeridos por Welfare Quality®. Se consideró el trayecto de un total de 2,659 cerdos; cada vehículo transportó en promedio 145 animales ( $\pm 45$ ), con una densidad promedio de 0.63 m<sup>2</sup>/cerdo ( $\pm 0.43$ ). La distancia promedio de recorrido hacia los rastros fue de 200 km en 2:29 h. El tiempo de espera para el desembarque fue *inaceptable*, ya que los camiones demoraron en promedio 74 minutos para iniciar el descenso de los cerdos. La tasa de mortalidad durante el transporte fue de 0.19%, menor que la registrada en estudios similares. Se registró el número de animales que se detuvieron, recularon, dieron la vuelta, los que resbalaron, cayeron y vocalizaron, así como los golpes y gritos por parte de los operarios durante los diferentes manejos como desembarque y arreos a corral y a cajón de aturdimiento. La presencia de indicadores de un aturdimiento incompleto se observó en el 49% de los cerdos aturdidos en uno de los rastros que utilizan cámara de CO<sub>2</sub>; mismo rastro que presentó el tiempo más amplio entre el aturdimiento y degüelle con 264 segundos. El 87.1% de 653 canales evaluadas en los 5 rastros presentaron uno más hematomas, siendo el dorso, espaldilla y pierna las regiones más afectadas, con 60%, 35.5% y 12% del total de golpes en 3 de los rastros, siendo reflejo del uso excesivo de arreadores incorrectos, altas densidades en corral y manejo deficiente de los animales durante su transporte.

## I. INTRODUCCIÓN

La cadena de producción de carne tiene diferentes eslabones, en los cuales intervienen distintas personas; quienes están en contacto diario con los animales son responsables del trato adecuado de los mismos, este trato influye directamente no sólo sobre la salud y el bienestar de los animales y de los operarios disminuyendo el riesgo de accidentes (Aguilar et al., 2012), sino también en la calidad final de la carne (Kusina et al., 2003; Von Borell & Schaeffer, 2005).

Durante la última década, el consumo mundial de carne de cerdo ha incrementado significativamente (FAO, 2014), con un volumen de 100.9 millones de toneladas en el 2011. Esta creciente demanda de proteínas de origen animal ha dado lugar a un fuerte aumento en el número de animales de abasto (Blokhuis et al., 2008). El incremento de trabajo en los mataderos, que incluye desde su transporte al rastro y el trato que reciben en éste, generan estrés psicológico y fisiológico en los animales si estos manejos son realizados de manera incorrecta (Gallo, 1994; Grandin, 1997), resultando en lesiones y cambios fisiológicos en el músculo.

Debido a que las plantas de matanza han sido diseñadas para optimizar el espacio o facilitar el trabajo humano, no han considerado el comportamiento y bienestar de los animales (Miranda et al., 2010); bajo estas condiciones, los animales están expuestos a etapas o puntos críticos en los que se ve afectado su bienestar; dichos puntos se han descrito como el transporte (traslado de la granja al rastro), el desembarque, la movilización del desembarque hacia corral, estancia en los corrales, el arreo a cajón de aturdimiento, aturdimiento y el tiempo entre el aturdimiento y el desangrado (Grandin, 1999, FAO, 2007). De manera general, estas etapas se han convertido en críticas por la falta de capacitación de los operarios y fallas en el diseño de

instalaciones, provocando en los animales estrés, ansiedad, miedo, sufrimiento innecesario y hematomas debidos a golpes o resbalones, comprometiendo la calidad y vida de anaquel de la carne (Gallo et al., 2003; Gregory, 2008). Produciendo grandes pérdidas económicas que se deben reducir, por lo que es necesario identificar la magnitud de estos puntos críticos y corregirlos.

Es necesario que el transporte y el manejo previo a la matanza, aturdimiento y desangrado de los animales de abasto cumplan con las recomendaciones de la OIE ha emitido para estos manejos, por lo que se requiere conocer las condiciones de las instalaciones de los rastros y los procedimientos que se realizan durante este proceso en México. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar los puntos críticos del bienestar animal en cinco rastros Tipo Inspección Federal del país (TIF) dedicados a la matanza de cerdos, utilizando los protocolos y formatos de evaluación recomendados por el proyecto Welfare Quality®. Se evaluó el transporte (características del camión, recorrido y estado en que llegaron los animales), el manejo durante el desembarque, el arreo a corrales por parte de los operarios de cada rastro, la estancia en corrales, el flujo y manejo de los animales en pasillos y mangas hacia el cajón de aturdimiento y el proceso de aturdimiento, degüello y desangrado. La evaluación finalizó con la clasificación de lesiones en las canales de cerdo.

## **II. ANTECEDENTES**

### **II.1. Bienestar animal**

En los últimos años el bienestar animal ha sido un tema de creciente preocupación en muchos países, lo que ha dado lugar a cambios en la manera en que son tratados los animales (Fàbrega et al., 2003; Aguilar et al. 2012).

El reconocimiento del bienestar animal como disciplina científica es relativamente reciente, ya que el informe Brambell (1965) distingue el bienestar de los animales como un campo distinto de la salud animal, y del cual el Farm Animal Welfare Council (FAWC) del Reino Unido establece las cinco libertades de los animales, que constituyen un punto de referencia en los esfuerzos por mejorar la protección de los animales, determinando que deben ser libres de hambre y sed, de malestar térmico o físico, de dolor, lesiones y enfermedades, de miedo y de angustia, y deben tener libertad para seguir las pautas de comportamiento según su especie (Estol, 2006; Horgan, 2007).

### **II.2. Historia de la reglamentación en Bienestar Animal**

La primera legislación de la Comunidad Europea sobre el bienestar animal se adoptó en 1974, referente al aturdimiento de los animales antes de su matanza (Directiva 74/577/CEE del Consejo). Esta iniciativa puso de manifiesto la importancia que se daba en la Comunidad Europea al bienestar animal y a la prevención de todo sufrimiento innecesario.

Por motivo de las pérdidas económicas en la ganadería ocasionadas por algunas enfermedades como la Fiebre Aftosa, en 1924 veintiocho países acuerdan firmar un “Convenio Internacional” creando así la Organización Internacional de Epizootias, hoy

en día Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), que actualmente cuenta con 180 países miembros y que en el periodo 2001-2005 identifica el bienestar animal como una de las prioridades de su Plan Estratégico. Siendo la organización internacional de referencia para la sanidad animal, la OIE elaboró las recomendaciones y directrices que abarcaran las prácticas del bienestar animal, reafirmando así la sanidad animal como un componente clave del mismo.

El grupo de trabajo permanente sobre bienestar animal se constituyó durante la 70ª Sesión General de la OIE en el 2002 y sus primeras recomendaciones se adoptaron un año después. Los principios generales de bienestar de los animales se incluyeron en la edición 2004 del Código Terrestre (OIE).

En el 2004, la Comisión Europea creó el proyecto Welfare Quality®, con el fin de establecer indicadores de bienestar animal para su evaluación en los animales de abasto (pollos, bovinos y cerdos), y poder contar con protocolos de evaluación que fueran aplicables a cualquier sistema de producción y en todos los países. En la última etapa de validación que inició su aplicación, aparte de Europa, se incluyeron algunos países de América Latina (México, Uruguay, Chile y Brasil). En este proyecto se integra el bienestar de los animales de granja en la cadena alimenticia, que tuvo como objetivo satisfacer la preocupación social y las exigencias del mercado acerca del desarrollo de sistemas fidedignos de supervisión en las granjas, sistemas de información del producto y estrategias prácticas específicas de cada especie de abasto con el fin de mejorar su bienestar. Lo integraron 44 institutos y universidades, que representan a trece países europeos y a cuatro de América Latina (Chile, Uruguay, Brasil y México).

Existe un acuerdo entre dichas instituciones, que para investigación e incorporación a documentos legales y paneles de discusión o declaraciones públicas, es necesario disponer de un concepto claro y estricto de bienestar animal, por lo cual se aplican los estándares de Welfare Quality®.

### **II.3. Concepto de Bienestar Animal y su medición**

La calidad de vida de un animal aumenta al incrementar o ampliarse la oportunidad de expresar su comportamiento natural, lo que implica satisfacer sus necesidades fisiológicas y conductuales, y va más allá de la definición negativa de bienestar animal como la ausencia de sufrimiento (Dawkins, 1980). Esto último representa una serie de estados emocionales no placenteros que incluyen miedo, frustración y dolor, cuya medición resulta difícil, de ahí que se les identifica como subjetivas, por lo que se prefieren indicadores de medición más objetivos (Becerril et al., 2009).

Hughes (1976) define el bienestar como un *“estado de completa salud física y mental donde el animal se encuentra en armonía con su ambiente”*. De acuerdo con Broom (1986), el bienestar representa el *“estado de un individuo en relación a sus intentos para afrontar los cambios del ambiente”*. Mientras que la Organización Mundial de Salud Animal (OIE) lo define como *“el modo en que un animal afronta las condiciones de su entorno. Un animal está en buenas condiciones de bienestar si (según indican pruebas científicas) está sano, cómodo, bien alimentado, en seguridad, puede expresar formas innatas de comportamiento y no padece sensaciones desagradables de dolor, miedo o desasosiego”*. Las buenas condiciones de bienestar de los animales exigen que se prevengan sus enfermedades y se les administren tratamientos veterinarios; que se les manipule y sacrifique de manera compasiva. El concepto de bienestar animal se refiere al estado del animal. La forma de tratar a un animal se

designa con otros términos como cuidado de los animales, cría de animales o trato compasivo. (OIE, 2010).

Es esencial que el concepto de bienestar permita su medición, considerando el estado emocional del animal, su biología y habilidad de mostrar patrones normales de conducta en una escala de muy bueno a muy malo (Broom, 2007; Manteca et al., 2009), y que permita identificar las alternativas utilizadas por los animales para hacer frente a las dificultades, así como los signos de intentos fallidos (Broom, 2007). Las medidas son generalmente de tipo fisiológico o conductual (Estol, 2006; Becerril et al., 2009) y dicha evaluación e interpretación deben ser objetivas (Broom, 2007). Por lo que se han desarrollado sistemas para evaluar y controlar la calidad del bienestar animal que ayudan a entender el nivel de bienestar en granja o unidades de matanza (Welfare Quality®).

Uno de los indicadores de que un animal está teniendo dificultades para hacer frente a cambios en su medio ambiente son los cambios de comportamiento. Por ejemplo, si al arrear a los animales, éstos rehúsan avanzar, retroceden, se resbalan, caen, o vocalizan; indican que el animal tiene problemas con el medio ambiente; estos problemas pueden relacionarse con una experiencia negativa o la presencia de un objeto distractor por el pasillo donde avanza (Grandin, 1994). Un buen manejo durante estas etapas disminuye la incidencia de problemas (Gallo, 2001), golpes y accidentes.

#### **II.4. El Bienestar Animal como valor agregado**

El manejo cuidadoso y tranquilo de los animales resulta importante no sólo desde el enfoque del bienestar animal *per sé*, sino desde el aspecto económico y en el creciente interés y exigencia por parte de los consumidores (Velarde & Dalmau,

2012). Al incluirse como un atributo importante del concepto de calidad alimentaria (Buller & Cesar, 2007), permite que su regulación ofrezca a distintos participantes de la industria alimentaria (como productores, procesadores, minoristas y cadenas de restaurantes) la oportunidad de diferenciación de productos en el mercado (Roe & Buller, 2008), y por tanto un valor agregado.

De acuerdo a la International Financing Corporations (IFC 2006, Grupo del Banco Mundial) los altos estándares de bienestar animal son elementos importantes para mejorar la eficiencia y rentabilidad de la producción y matanza, cumpliendo así con las expectativas del consumidor y seguridad de los mercados nacionales e internacionales.

## **II.5. Bienestar animal y calidad de la carne**

En México, la carne de cerdo tiene un consumo significativo (Alonso, 2003); durante el 2010, la carne de cerdo fue la segunda carne de mayor consumo, después de la carne de pollo (SAGARPA, 2014). Su consumo per cápita registró la misma tendencia que el consumo nacional aparente durante el 2010, el cual fue de 17.8 kilogramos, comparado con los 11.89 kilogramos por persona por año en el año 2000 (FIRA, 2012); sin embargo, no se le da importancia a la calidad y bienestar de los animales como ocurre en otros países (Becerril et al., 2008). El transporte, las lesiones producidas en el animal durante su traslado al rastro, el manejo de los cerdos durante el desembarque y el periodo de descanso antes de su matanza afectan las características de la canal y específicamente en la presencia de carne pálida, suave y exudativa (PSE) (Foto 1), provocando grandes pérdidas económicas y alterando negativamente la cadena productiva de la carne (Warris, 2000). Esta afección es causada por una combinación de factores que estresan al animal y causando la

conversión anaeróbica acelerada de glucógeno a ácido láctico, disminuyendo aceleradamente el pH de la carne (Grandin, 1997). La combinación de pH ácido y la temperatura alta de la canal causan la desnaturalización de proteínas musculares (Bowker, 2000; Castrillón et al., 2007) y la reducción en la cantidad de agua de las miofibrillas; originando así una carne muy pálida y con una marcada disminución de la capacidad de retención de agua, características no deseables para el procesamiento de la carne (Silva et al., 2005).



Foto 1. Carne pálida Suave y Exudativa (Méndez et al., 2013).

## **II.6. Bienestar del cerdo**

Los problemas de bienestar en los cerdos surgen cuando se encuentran en situaciones que no son capaces de controlar, tales como el ataque de otro cerdo, maltrato físico por parte de los operarios, alguna enfermedad, errores de manejo dentro de granja o durante el arreo o transporte (Chapinal et al., 2006). Durante el manejo previo a la matanza, los cerdos son sometidos a una serie de prácticas y procedimientos que tienen una amplia repercusión sobre su bienestar. Por ello es necesario comprender la biología y comportamiento de los cerdos, con el fin de minimizar el estrés en los animales.

### **II.6.1. Comportamiento de los cerdos**

Es importante tomar en cuenta la estructura social de los cerdos, ya que son animales gregarios; esta cohesión grupal posee cierta flexibilidad en el tamaño y organización del grupo (Chapinal et al., 2006; D'Eath & Turner, 2009). En condiciones de vida libre o ambientes seminaturales, los grupos son formados por 2 a 6 hembras, normalmente emparentadas. Por el contrario, los machos suelen separarse del grupo, uniéndose a las hembras solamente en la época de apareamiento y formando grupos menos estables (Chapinal et al., 2006; Ludtke et al., 2010).

Debido a que los cerdos son capaces de reconocer a los integrantes del grupo, la jerarquía u orden de dominancia se establece mediante agresiones (Ludtke et al., 2010).

En condiciones de producción intensiva, donde comúnmente se mezclan cerdos de diferentes grupos, conservando la homogeneidad en edades, es importante considerar las relaciones sociales que se establecen entre los animales y el grado en que estas se ven alteradas por el manejo. Se ha observado que al mezclar animales que no se conocían previamente existe un aumento en las interacciones agresivas entre los cerdos (D'Eath & Turner, 2009; Chapinal et al., 2006), sobre todo durante las dos primeras horas, aunque disminuye a lo largo de las siguientes 24-48 horas (Chapinal et al., 2006). Uno de los problemas de conducta más importantes derivados de estos y otros factores, es la mordedura de colas (Chapinal et al., 2006).

### **II.6.2. Sentido de la vista**

El cerdo posee un amplio ángulo de visión panorámica de 310° y visión binocular de 35-50° (Blakshaw, 1986). La presencia de bastones y conos sensibles a dos tipos de

longitudes de onda dentro de las frecuencias del azul y verde en el espectro de la luz visible, les brinda una visión dicromática, lo que indica que los cerdos tienen cierta capacidad de percepción del color (Neitz & Jacobs, 1989). En comparación al ser humano, el cerdo prioriza su visión lateral monocular, lo que aumenta su visión panorámica (Figura 1), teniendo mayor capacidad para detectar posibles peligros, alimento o reconocer a los compañeros de su grupo; sin embargo disminuye su visión bifocal, produciéndoles mayor dificultad para calcular distancias (Dalmau et al., 2008; Kittawornrat & Zimmerman, 2010). Estas características deben tomarse en cuenta al momento de manejar a los cerdos a través de mangas y pasillos; ya que una abertura en el lateral de una manga, que para el ser humano (con visión frontal) no tiene mayor importancia, para el cerdo será un punto central de su campo visual (Blakshaw, 1986, Dalmau et al., 2008).

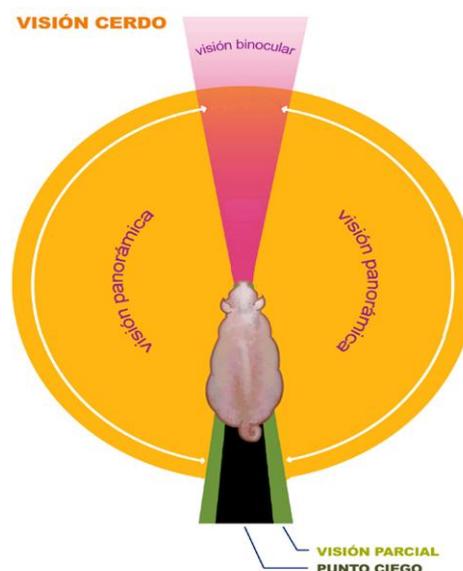


Figura 1. Visión del cerdo (Schunemman, 2010).

### II.6.3. Sentido del olfato

El sentido del olfato, es muy importante en los cerdos; de hecho, la característica más notable de la cabeza del cerdo es el *rostrum* (morro o jeta), el extremo móvil de la

región naso labial (hocico), en forma de disco que incorpora también el labio superior (Dyce, 2010).

El olfato se desarrolla desde muy temprana edad; los lechones utilizan una amplia gama de señales olfativas para localizar la posición del pezón, mientras que en los cerdos adultos tiene un papel crucial, ya que en vida libre logran localizar su alimento al hozar en la tierra y distinguir la presencia de algún depredador (Fletcher et al., 1990); además son capaces de detectar feromonas (McGlone & Morrow, 1988) por lo que el olfato cobra importancia en la comunicación entre los cerdos, ya que el reconocimiento individual depende básicamente del olor (Curtis et al., 2001; Chapinal et al., 2006).

#### **II.6.4. Sentido del oído**

Al igual que el olfato, el oído se encuentra ampliamente desarrollado en los cerdos. Se ha descrito que el rango de audición es similar al del humano (Kittawornrat & Zimmerman, 2010). Tienen un umbral de localización del sonido mayor que el resto de los mamíferos, pero menor que el del humano (Heffner & Heffner, 1990; Gonyou, 2001). Los cerdos muestran una marcada aversión a ruidos repentinos y fuertes (como los golpes por puertas metálicas y gritos), provocándoles aumento de la frecuencia cardíaca (Talling et al., 1996), que llega a ser más alta en frecuencias de 8 kHz que a 500 Hz y a una intensidad de 97 dB que a 85 dB (Talling et al., 1996). El ruido durante el transporte y dentro del rastro ha sido identificado como un factor importante de estrés (Grandin 1994); incluso los gritos y chiflidos les generan más estrés que los ruidos de puertas metálicas (Waynert et al., 1999). Además, los estímulos auditivos son ampliamente utilizados por los cerdos como medios de comunicación en todas sus actividades (Gonyou, 2001).

## **II.7. Producción de cerdo en México**

La estructura de participación de producción de carne de porcino a nivel mundial durante el 2012, de acuerdo con estimaciones del USDA, se mantuvo sin cambios: China produjo 49.4% del total, seguido por la Unión Europea (21.7%), y los Estados Unidos, con un 10.1% de participación. Destacó la posición de México como décimo productor mundial, con una participación de 1.2% en el 2012 (FIRA 2012).

De acuerdo con el Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007, en México se contabilizaron más de 979 mil unidades de producción de ganado porcino, distribuidas en todas las entidades del país. El 58.2% de estas unidades se encuentran en los estados de Veracruz, Puebla, Guerrero, Oaxaca, San Luis Potosí, Chiapas y Guanajuato. No obstante, el mayor número de existencias de ganado, no corresponde a las entidades con mayor número de unidades (Financiera Rural, 2012). Por entidad federativa, Sonora y Jalisco son los estados con mayor producción de carne de porcino, superior a las 214 mil toneladas cada una. En conjunto ambas entidades aportan el 37% de la producción nacional, seguidas por Puebla que aporta 9.4%, Guanajuato con 9.3%, Yucatán con el 8.5%, Veracruz con el 6.2%, Michoacán con 3.7%, Tamaulipas con 3.0%, Oaxaca con 2.6% y el resto de las entidades federativas, que aportan 20.3% (FIRA, 2011).

El año 2000 y en el 2010 la matanza y volumen de producción de cerdo en pie incrementó en 17.2% y 14.1% respectivamente, al pasar de 13.4 a 15.8 millones de cabezas matadas, esto es, de 1.4 a 1.6 millones de toneladas de cerdo en pie (Financiera Rural, 2012).

En el periodo 2000-2011, el volumen de las exportaciones de carne de porcino de México se incrementó 44.3%, al pasar de 46 mil a 67 mil toneladas. En 2011, el

99.6 de las exportaciones de esta carne realizadas por nuestro país tuvieron como destino tres países: Japón (70.7%), Corea del Sur (15.8%) y Estados Unidos (13.2%). Catorce países más contribuyeron con el 0.4% restante (Financiera Rural, 2012).

## **II.8. Los rastros en México**

En México existen diferentes tipos de establecimientos para la matanza de animales de abasto; tales como los rastros municipales, que hasta junio del 2012, operaban bajo la regulación sanitaria de la Secretaría de Salud, los mataderos, casas de matanza, los rastros particulares y los certificados bajo el sello Tipo Inspección Federal; éstos últimos regulados de acuerdo a los lineamientos de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), operando con infraestructura y equipamiento adecuado, garantizando la inocuidad del producto, lo cual permite abastecer a grandes centros urbanos nacionales y exportar (Leyva et al., 2012). Sin embargo, se desconocen las circunstancias y nivel de bienestar en su estancia, aturdimiento y desangrado de los cerdos que forman parte de la alimentación de la población mexicana. Por lo que es importante que el bienestar animal durante el transporte, estancia en el rastro y matanza se evalúe utilizando parámetros que incluyan tasa de mortalidad, heridas, comportamiento, eficacia del aturdimiento y calidad de la cana y de la carne (Grandin, 1997).

De acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2013), existen en el país un total de 1,141 rastros. De lo cuales, 884 son rastros municipales, 715 destinados a matar porcinos, 144 rastros privados de los que 51 se dedican a cerdos y 113 rastros TIF, de los cuales 34 de dedican específicamente a la matanza de ganado porcino. La participación de los rastros TIF en la matanza de cerdos en México es del 41%, el resto se realiza en rastros municipales (Cortés, 2011).

### **II.8.1. Establecimientos Tipo Inspección Federal**

Un establecimiento Tipo Inspección Federal (TIF) es una instalación de matanza de animales de abasto, frigoríficos e industrializadores de productos y subproductos cárnicos, que es objeto de inspección sanitaria permanente, en la que se verifica que las instalaciones y los procesos cumplan con las regulaciones que señala la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) con el fin de garantizar los alimentos procesados sean inocuos (SENASICA, 2014).

Los establecimientos TIF tienen el propósito de obtener productos de óptima calidad higiénico-sanitaria con reconocimiento internacional, que promueven la reducción de riesgos de contaminación de los productos; lográndose a través de la aplicación de sistemas de Inspección y control de alto nivel garantizando el proceso sanitario e inocuo de los productos cárnicos para el consumo humano. Esta certificación trae consigo una serie de beneficios a la industria cárnica, permitiendo la movilización dentro del país de una manera más fácil. Del mismo modo, abre la posibilidad del comercio internacional, ya que los establecimientos TIF son los únicos elegibles para exportar (SENASICA, 2014).

Durante el 2012, el volumen de matanza de cerdo en rastros TIF fue de 6.57 millones de cabezas, mientras que en rastros municipales y locales, la matanza fue de 4.40 y 3.63, respectivamente; representando el 45%, 30% y 25% de la matanza total en el país (Consejo Mexicano de la Carne, 2013).

## **II.9. El bienestar animal durante el manejo previo a la matanza de cerdos**

### **II.9.1. Transporte**

El transporte constituye uno de los factores más importantes de estrés para los animales de abasto, pues propicia efectos que afectan la salud, el bienestar y la calidad de la carne (Von Borell & Schaffer, 2005) (Foto 2). Es ampliamente reconocido, que el estrés previo a la matanza inicia desde el ayuno, como preparación para el embarque y transporte (Gregory, 2008). Durante el viaje, los cerdos están expuestos a una combinación de factores físicos y psicológicos que comprometen su bienestar (Warris, 1998); físicos como la humedad y temperatura extrema, vibraciones y cambios en la aceleración del vehículo, y los psicológicos son la restricción en los movimientos de los animales, olores nuevos, novedades en el ambiente, presencia de animales desconocidos, hambre, sed y cansancio (Gallo & Tadich, 2005), que pueden incluso provocar la muerte de los animales (Schwartzkopf-Genswein et al., 2012; Bench et al., 2008). Según Broom (2003), el bienestar de los animales durante el transporte puede evaluarse usando una variedad de mediciones, tanto relativas al comportamiento, como fisiológicas y también de daños físicos y de calidad de canal. Se considera que la presencia de estos últimos es indicador de un estrés severo o prolongado y de un pobre bienestar (Velarde, 2012; Aaslyng, 2012; Matic, 1997; Grandin, 1999).

El transporte de los animales debe planearse, lo que implica preparar a los animales, elegir la mejor ruta de transporte, hora del día, su duración, diseño y mantenimiento del vehículo; tramitar los documentos necesarios, proporcionar el espacio necesario, reposo y acceso al agua; así como la observación y cuidado de los animales durante el viaje (OIE, 2010).



Foto 2. El transporte de los cerdos representa uno de los manejos más estresantes previo a su matanza.

### ***II.9.1.1. Vehículos***

Uno de los factores indispensables del bienestar animal durante el transporte es el diseño de los vehículos, ya que este tiene implicaciones sobre la comodidad de los animales y del microclima del camión, además de influir en las pérdidas durante el viaje (dalla Costa et al., 2007).

El tipo y diseño de vehículos para el transporte de animales de abasto en México es ampliamente variado, desde camiones pequeños de una sola cubierta, hasta de dos o tres niveles y los comúnmente llamados “panzonas”, que permiten transportar hasta 200 cerdos en un mismo viaje (Schwartzkopf, 2012); por lo que deben ser diseñados y utilizados para garantizar que estos no sufran molestias ni estrés innecesariamente.

Con el fin de evitar incomodidad por periodos largos, es necesario tomar en cuenta que los pisos de los vehículos deben ser antiderrapantes (Fàbrega et al., 2003). Al ser el transporte un evento nuevo para los animales, éstos orinan y defecan con mayor frecuencia, provocando resbalones y caídas, originando miedo, dolor e incrementando

los niveles de estrés (Gregory, 1998); además la falta de recolectores de deyecciones constituyen un riesgo sanitario durante el trayecto (NOM-051-ZOO-1995).

El techo y las paredes deben asegurar una protección eficaz contra la intemperie y las variaciones climáticas; en este aspecto es recomendable que los vehículos estén provistos de un sistema de ventilación, ya sea manual o automático que permita la renovación del aire en todos los compartimentos (Fàbrega et al., 2003).

Durante el transporte se deben evitar en medida de lo posible las vibraciones bruscas del vehículo, las cuales se pueden reducir a medida que se utilizan vehículos con suspensión neumática (Perremans, 1998); se deben minimizar las aceleraciones repentinas, de lo contrario aumenta la frecuencia cardíaca de los cerdos (Fàbrega et al., 2003); por lo que se requiere la capacitación constante de los conductores.

#### ***II.9.1.2. Microclima del camión***

La comodidad y la relación de los animales con su ambiente térmico, se explican utilizando el concepto de zona termoneutral, el cual ha sido definido como el rango de temperatura que proporciona sensación de comodidad y minimiza el estrés (Manteca, 2009); para los cerdos de abasto (95 -110 kg), este rango es de 26 a 31°C (Randall, 1993), mientras que el rango de humedad relativa es más amplio y puede ir desde 59% al 65% (Honkavaara, 1989), y hasta 75% (Pedersen, 2005). La temperatura dentro del camión en temporadas calurosas en Europa puede variar entre 22 y 33°C, alcanzando los 35°C en camiones estacionados (Gregory, 2008; Chevillon, 2000).

Durante el embarque de los animales, la temperatura dentro del camión aumenta gradualmente; una vez iniciado el viaje, la temperatura puede descender cerca de 3°C durante el trayecto. Mientras que a su llegada a la planta, la temperatura dentro del

camión vuelve a incrementar hasta que termina el desembarque (Ritter et al., 2006). Bajo estas condiciones, es evidente la pérdida de peso y estrés durante viajes de más de 24 h (Gregory, 2008).

Las altas temperaturas dentro del vehículo pueden evitarse con adecuados sistemas de ventilación; combinados con aspersores de agua sobre vehículos estacionados acreditan una reducción de muertes durante la espera (Chevillon, 2000).

### ***II.9.1.3. Densidad de carga***

La densidad de carga, o espacio designado a cada animal durante el transporte de cerdos tiene altas implicaciones económicas, de bienestar, comportamiento y de calidad de la canal (Ritter, 2006), ya que la incidencia de pérdidas durante el transporte debidas a la densidad puede llegar a ser del 1% (Ellis et al., 2003, 2004); además la densidad en los camiones afecta la temperatura corporal, frecuencia cardiaca y respiratoria en los cerdos transportados (von Mickwitz, 1982). Este espacio debe determinarse antes de la carga y permitir a los animales permanecer echados simultáneamente, ya que en trayectos de más de 2 horas tienden a echarse; ya que para eliminar calor necesitan mayor superficie del cuerpo en contacto con el piso (Grandin 1997).

Algunos estudios (Pilcher et al., 2011) muestran los efectos que un espacio reducido ( $0.415 \text{ m}^2/\text{cerdo}$ ) tiene sobre la incidencia de lesiones durante el transporte, los cuales son más evidentes en trayectos cortos (<40min) que en transportes largos <2.5 h. Guàrdia et al. (2004) reportan que la alta incidencia en la presencia de carne Pálida Suave y Exudativa se presenta después de transportes cortos (1 h) a bajas densidades  $0.5 \text{ m}^2/100 \text{ kg}$  y concluye que para evitar la presencia de carne PSE, la densidad recomendada es de  $0.425 \text{ m}^2/100 \text{ kg}$  para trayectos de hasta 3 h cuando la

temperatura y humedad estén dentro de los límites de confort. Según la legislación europea, la densidad de carga de los cerdos debe ser aproximadamente de 0.42 m<sup>2</sup> por cerdo (Directiva 74/577/CEE).

El porcentaje de cerdos que permanecen de pie durante el transporte es menor cuando se manejan densidades bajas (0.39 m<sup>2</sup>/100 Kg), que en altas o medianas (densidad de carga: alta, 0.31 m<sup>2</sup>/ 100 kg, mediana 0.35 m<sup>2</sup>). Al respecto, Tarrant y Grandin (1993) señalan que las altas densidades tienen desventajas como mayor estrés, mayor número de contusiones, alta mortalidad y más animales caídos; con densidades medias y bajas, los animales transportados tendrán mayor dificultad de adoptar orientaciones preferidas con la consiguiente pérdida de balance y predisposición a caídas. Hacia el final de un viaje largo por carretera, los animales tienden a echarse durante las últimas horas de viaje, independientemente de la densidad de carga (Grandin, 1997). El espacio adicional para los cerdos durante el transporte mejora el bienestar animal, sin que afecte en forma considerable la calidad de la canal y promueve la baja incidencia de carne pálida (Becerril, 2007).

#### ***II.9.1.4. Duración del viaje***

El tiempo de viaje es un factor importante, que influye sobre el bienestar animal (Ritter, 2007; Hambrecht, 2005). Según el Consejo de la Unión Europea (2004), se considera transporte largo aquel que excede las 8 horas de viaje, contadas éstas desde que el primer animal se carga y hasta que el último en salir del camión. La Organización Mundial para la Salud Animal (OIE, 2004), más que establecer límites a los tiempos y a las condiciones de viaje, emite recomendaciones que protegen el bienestar de los animales durante el transporte y los manejos anexos desde el origen hasta su destino; lo que incluye requerimientos de capacitación para el personal

encargado de los animales y responsabilidades explícitas para los distintos eslabones comprometidos.

Se ha demostrado que los cerdos sometidos a transportes cortos (15 min) presentan una respuesta más intensa al estrés y una pobre calidad de la carne comparada con aquellos sometidos a transportes moderadamente largos (3 h) (Pérez, 2002).

#### ***II.9.1.5. Ayuno***

Durante el manejo previo al transporte y a la matanza, los animales deben ser sometidos a ayuno (Fàbrega et al., 2003). Cuyos objetivos, son por un lado, favorecer el vaciado del tracto gastrointestinal previo al transporte (Foto 3), reduce la contaminación bacteriana por diseminación de heces durante el viaje y su estancia en corral, y disminuye el riesgo de contaminación de la canal durante la evisceración (Faucitano & Schaefer, 2008). Por otro lado, se reduce la mortalidad de cerdos por bronco-aspiración, ya que la vibración de los vehículos es molesta para los cerdos (Bradshaw, 1996), provocándoles mareo, vómito y consecuentemente la muerte (Velarde, 2012; Fàbrega et al., 2003).



Foto 3. Uno de los objetivos del ayuno es evitar la contaminación y suciedad durante el transporte dentro y fuera de los camiones.

El ayuno en combinación con un transporte largo resulta perjudicial para el bienestar de los cerdos. Prolongar el reposo a su llegada al rastro (de 3 hasta 24 horas) con la finalidad que las variables sanguíneas recuperen los valores normales no se justifica, ya que la recuperación lograda es escasa incluso tras 24 h (Tadich et al., 2005); se ha demostrado que con 2 h de descanso, máximo 4 h, es suficiente para que recuperen los niveles de glucógeno muscular (Pérez et al., 2002). Los extensos periodos de ayuno son causa de peleas y agresividad en los corrales de espera (Warris et al., 1994); además la falta de alimento torna débiles a los animales, aumentando su letargia y sensibilidad al frío (Gregory, 1998). Los efectos negativos sobre la canal, incluyen disminución de peso y de calidad de la carne (Grandin et al., 2003). Por lo que una manera de disminuir el tiempo de ayuno y peleas por el mismo, es acortar el tiempo de estancia en los corrales (Warris, 2003).

Por otro lado, amplios periodos sin acceso al agua provocan estrés y pueden llevar a la deshidratación, debilidad y pérdida de peso (Gregory, 1998). La deshidratación puede ser severa en aquellos animales transportados largas distancias bajo clima caluroso (Gallo et al., 2003). Cuanto mayor es el estrés sufrido por los animales durante el transporte y la espera en ayuno, mayores serán las pérdidas de peso, lesiones y alteraciones de la calidad de la carne (Gallo et al., 2003).

## **II.9.2. Desembarque y arreo**

### ***II.9.2.1. Tiempo de espera en el vehiculo***

El tiempo de espera constituye una de las principales causas de pérdidas a la llegada al rastro (Ritter et al., 2006) ya que puede constituir un factor estresante. Para agilizar el descenso de los cerdos y evitarles incomodidad, los animales deben ser

desembarcados inmediatamente después de su llegada al rastro (Fàbrega et al., 2003), debido a que una vez en el área de espera para la descarga, la temperatura y humedad dentro del camión comienzan a incrementar (Craig, 2006).

Durante el desembarque y arreo es necesario que los animales sean dirigidos de la manera más tranquila posible, con paneles (Fàbrega et al. 2003), sonajas o banderas, evitando por completo el uso de arreador eléctrico. Ya que el uso de este último resulta en lesiones, dolor e incremento de la frecuencia cardíaca. La rutina de uso de estos arreadores eléctricos es también un reflejo de la mala actitud del personal responsable de los animales (Faucitano et al. 2008).

### ***II.9.2.2. Instalaciones***

La denominación o certificación Tipo Inspección Federal, es un indicador de calidad de los productos, que se otorga cuando las instalaciones y el proceso de producción se ajustan a las normas oficiales certificadas por la Dirección de Establecimientos Tipo Inspección Federal. Las características de las instalaciones aportan el 50% para la adquisición de certificación TIF. El otro 50% consta de la capacitación constante de los operarios (SENASICA-UNAM, 2012). El rastro debe contar con las siguientes áreas: rampas para desembarque, pasillos, corrales, área de aturdimiento y desangrado. Todas estas instalaciones deben construirse con un diseño funcional que facilite el manejo y que favorezca el bienestar animal (CCPA, 1998). Instalaciones correctamente diseñadas contribuyen significativamente al manejo seguro y tranquilo del ganado, reduciendo el riesgo de lesiones y estrés, tanto en animales como operarios y en última instancia favorecen la calidad de la carne (Grandin, 1990).

### ***II.9.2.2.1. Rampas***

Al ser el primer contacto novedoso que los cerdos tienen al llegar al rastro, las rampas de desembarque deben constar de ciertas especificaciones para agilizar su descenso de los camiones de manera tranquila. El ángulo de la rampa no debe rebasar los 15° (Grandin, 1990); de lo contrario habrá incremento de la frecuencia cardiaca (Van Putten & Elshof, 1978). Es importante que las rampas sean diseñadas de modo que coincidan perfectamente el piso de la rampa con los diferentes niveles del camión así como evitar espacios entre las paredes de la rampa y del camión (Grandin, 1990; NOM-051-ZOO-1995). Rampas de concreto con escalones de 20 cm de largo y 5 cm de alto facilitan el descenso de los cerdos ya que les provee seguridad al avanzar (Grandin, 1990).

Grandin (1990) recomienda la división intermedia de la rampa a todo lo largo de la misma, para que dos cerdos puedan descender al mismo tiempo, ésta división debe permitir que los animales se puedan observar al avanzar uno a lado del otro. El espacio debe ser lo suficientemente ancho para que los animales avancen sin dificultad, pero que impida que puedan dar vuelta y regresar, agilizando el flujo de los animales y el tiempo del desembarque.

### ***II.9.2.2.2. Paredes y pisos***

Se deben utilizar paredes sólidas en rampas y pasillos, ya que evitan que los animales se distraigan con los movimientos fuera de ellas, dándoles también seguridad al avanzar uno detrás del otro, facilitando el desembarque en la rampa y arreo en los pasillos (Grandin, 1990). Deben evitarse paredes con barras horizontales o verticales, ya que generan juegos de luz y sombra, representando cierto peligro

para la visión del cerdo (Blakshaw, 1986; Dalmau et al., 2008), provocando que los animales se detengan a explorar y disminuya el flujo de los mismos durante el desembarque o arreo.

Los pisos deben de contar con terminados que minimicen la posibilidad de resbalar, reduciendo heridas y fracturas (Grandin, 1990). Existen pisos parcial o totalmente enrejados, donde los espacios entre rejas varían según la especie, pero siempre deben proveer un soporte adecuado y minimizar el riesgo de heridas (CCPA, 1998). Es recomendable el terminado cuadrículado, tipo “hormigón”, además de permitir el drenaje libre de los excrementos sólidos y líquidos (CCPA, 1998) (Fotos 4 y 5).



Fotos 4 y 5. Piso tipo cuadrículado de “hormigón”, disminuye incidencia de resbalones y caídas.

Las instalaciones deben contar con una iluminación adecuada a lo largo de la rampa, pasillos y corrales (Grandin, 2002) para permitir el flujo rápido de animales desde la rampa hasta los corrales y de estos al cajón de aturdimiento (Fàbrega et al. 2003), debido a que los animales prefieren dirigirse de áreas oscuras a más iluminadas (Grandin, 1996), sin importar la hora del día. El uso de lámparas debe favorecer el

arreo continuo de los animales, evitando que la luz sea dirigida a los ojos de los animales, así como evitar que la luz se refleje en objetos metálicos, luminosos o charcos (Grandin, 1990).

### ***II.9.2.2.3. Pasillos y corrales***

Los pasillos deben ser lo suficientemente anchos y curvos (Foto 6) para permitir el flujo continuo de animales al avanzar uno detrás de otro y facilitar el arreo. (Grandin, 1986, 1990). Las superficies de las paredes deben ser lisas y no porosas, fáciles de limpiar y desinfectar; es importante evitar aristas o esquinas en las paredes de los pasillos (CCPA, 1998) para disminuir la presencia de lesiones en los costados.



Foto 6. Construcción de manga curva en uno de los rastros evaluados. Es importante evitar los juegos de luz y sombra a lo largo del trayecto de los animales.

Los corrales deben asegurar la comodidad y seguridad de los animales, permitirles moverse y comportarse de manera natural. Deben contar con ventilación adecuada y fácil acceso al agua (CCPA, 1998, Fàbrega et al. 2003).

Es necesario que los corrales de descanso en los rastros cuenten con ducha, ya que se reconoce que en condiciones previas a la matanza ayudan a revertir la incidencia de carne PSE (Gregory, 2008).

### **II.9.3. Estancia en corral**

La estancia en corral dentro de los rastros representa desafíos en la salud y bienestar de los animales, ya que éstos deben hacer frente a una variedad de factores estresantes físicos, psicológicos, sociales y climáticos durante un periodo relativamente corto (Velarde, 2012). La muerte de los animales durante su estancia en los corrales de espera es un indicador de un pobre bienestar y representa una pérdida económica importante (Fàbrega et al., 2003). Por ello, es importante mantener los grupos sociales y una densidad de 0.6 m<sup>2</sup> por cerdo de aproximadamente 100 Kg (Fàbrega et al., 2003). La posición dentro de un nuevo grupo social y distinto lugar afecta los niveles de estrés (Marchant-Forde & Marchant-Forde, 2009).

Se sugiere que el tiempo en los corrales de espera en los rastros, no supere las 3 horas (Warris, 2003), ya que los cerdos tomados de diferentes grupos sociales de la misma o diferente granja o corral y que se mezclan a su llegada al rastro, presentan mayor riesgo de comportamiento de amenaza o pelea para establecer su orden de dominancia (Geverink, 1996), originando laceraciones en la piel, particularmente en la zona del cuello y hombro (Warris, 1998). El problema, en términos económicos y de bienestar, es algunas veces muy severo, pero se resuelve al mantener a los animales en grupos con individuos familiares (Gregory, 2008).

#### II.9.4. Arreo de corral a cajón de aturdimiento

Una vez concluido el tiempo de espera en corral, los cerdos son arreados hacia el cajón de aturdimiento; lo que implica un nuevo manejo en grupo, que si no se realiza bajo las mejores condiciones, se compromete el bienestar de los animales (Velarde & Dalmau, 2012).

En condiciones comerciales normales y con el objetivo de seguir la velocidad de la cadena de matanza, los cerdos son arreados apresuradamente, muchas veces con gritos, chiflidos e incluso utilizando arreadores eléctricos (Coleman et al., 2003), elevando los niveles de estrés en los animales y perjudicando la calidad del producto final (Faucitano et al., 1998).

Si bien se recomienda que el ancho de los pasillos permita el manejo de los animales en grupo, cuando se trata del pasillo hacia cajón de aturdimiento, este debe ser más angosto, permitiendo que los animales avancen uno detrás del otro, con un diseño curvo que se les permita ver a 2 a 3 animales delante de ellos (Grandin, 1990) (Figura 2).

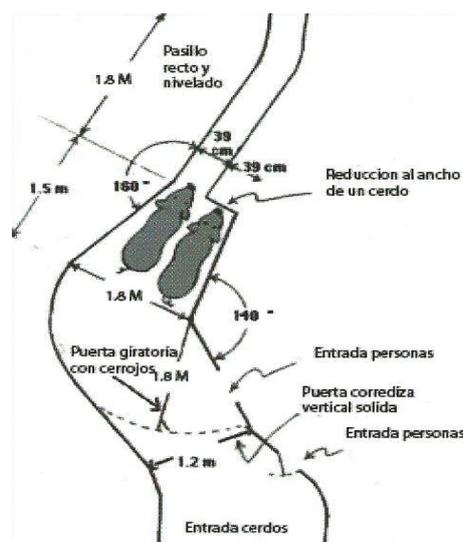


Figura 2. Diseño de manga curva recomendada por Grandin (1990).

## **II.10. Aturdimiento y degüelle**

Un buen sistema de aturdimiento debe cumplir varios requisitos, como garantizar una inducción rápida de la inconsciencia sin causar dolor y esta debe prolongarse hasta la muerte del animal (Velarde et al., 2000a; Quiroga et al., 1994). La muerte se produce por desangrado, al cortar los grandes vasos sanguíneos como las arterias carótidas y venas yugulares, interrumpiendo el suministro de oxígeno al cerebro.

En segundo lugar un buen sistema de aturdimiento debe minimizar los problemas de calidad del producto final y garantizar la seguridad del operario (Velarde et al., 2000a).

Un sistema de aturdimiento puede ser reversible o irreversible. En el primer caso, los animales pueden recuperar la sensibilidad antes de que ocurra la muerte. Por lo tanto, el tiempo transcurrido entre el aturdimiento y el desangrado es un factor determinante de la eficacia del aturdimiento (Raj, 2008; Marchant-Forde & Marchant-Forde, 2009).

Los métodos de aturdimiento más utilizados en el ganado porcino son la electronarcosis y la exposición al dióxido de carbono (Marchant-Forde & Marchant-Forde, 2009), que son métodos reversibles. En los sistemas irreversibles, por el contrario, es el propio aturdimiento el que causa, además de la inconsciencia, la muerte del animal (Raj, 2008; Marchant-Forde & Marchant-Forde, 2009).

### **II.10.1. Aturdimiento eléctrico**

El aturdimiento eléctrico o electronarcosis consiste en el paso de una corriente eléctrica a través del cerebro de una intensidad (Amperaje) lo suficientemente alta para provocar un ataque epiléptico y consecuentemente la pérdida de conciencia (Anil, 1991). Se aplica una corriente alterna de alto voltaje (200 - 250 V) con 1.3 a 3 Amperes (A) a través de dos electrodos colocados en las regiones temporales del cráneo, entre el ojo y la oreja de cada lado durante 5 -7 segundos (Figura 3, Foto 7); o

bien por arriba de los ojos cuando se trata de pinzas con ángulo más cerrado (Foto 8).  
Previo a la aplicación de los electrodos, la cabeza del animal debe estar mojada y de preferencia limpia.

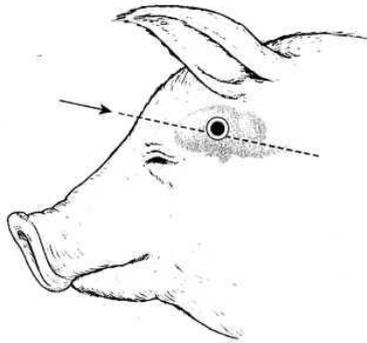


Figura 3. (Diagrama de JK Shearer, tomado de Grandin, 2010)



Fotos 7 y 8. Posiciones correctas de los electrodos en el aturdimiento *sólo cabeza*.

Tras el paso de la corriente eléctrica a través del cerebro, se presentan dos fases: tónica y clónica. Durante la primera, el animal entra en un estado de contracción muscular de 10 a 12 segundos, caracterizada por una rigidez de los miembros torácicos, los cuales permanecen estirados, mientras que los miembros pélvicos se encuentran flexionados. Hay ausencia de ritmo respiratorio, reflejo corneal y sensibilidad al dolor. Posteriormente, el animal entra en la denominada fase clónica, de los 20 a los 45 s, después de la aplicación de la corriente eléctrica y comienza a

efectuar movimientos bruscos e involuntarios de pataleo o carrera; en ambas fases el animal se encuentra inconsciente. La recuperación del ritmo respiratorio y el reflejo corneal indican que el animal se está recuperando (Anil, 1991).

La duración de la inconsciencia es independiente del voltaje o de la intensidad aplicada, pero aumenta si la posición de los electrodos es la correcta. Si el tiempo entre el aturdimiento y el degüelle es superior a 15 segundos la posibilidad que el animal recupere la conciencia aumenta (Fàbrega, 2003; Anil, 1994).

Para cerdos con peso promedio de 90 a 110 kg, se requiere un mínimo de 1.25 A, que debe mantenerse durante 3 a 5 segundos para que al pasar por el cerebro se induzca una inconsciencia instantánea, por lo que el tiempo de aplicación debe ser de 5 a 7 segundos. Para asegurar la inconsciencia de los cerdos, el voltaje mínimo recomendado es de 259 V (Raj, 2008, Fàbrega, 2003).

Cuando el tiempo es mayor a 7 segundos se presenta directamente la fase clónica sin presentarse la fase tónica, lo que da como resultado una disminución en la eficacia del desangrado y aumenta la dificultad del degüelle, ya que el animal está en movimiento y existe riesgo de golpes al operario (Méndez et al., 2013).

El aturdimiento eléctrico *sólo-cabeza* compromete la calidad de la carne y el bienestar animal al aumentar la incidencia de fracturas óseas (vertebras torácicas), presencia de petequias y hemorragias en piezas de alto rendimiento cárnico, como el lomo y músculos de las piernas.

Una segunda alternativa de la electronarcosis consiste en la aplicación de tres electrodos: dos en cabeza y el tercer electrodo es colocado en dorso torácico, esternón o costado izquierdo a la altura del corazón. Se aplica primero 1 a 2

segundos solo en cabeza y simultáneamente de 3 a 5 segundos en la cabeza y dorso. La corriente pasa de los electrodos de la cabeza al tercer electrodo, llegando así al corazón y a la médula espinal. La estimulación cardíaca provoca fibrilación y paro cardíaco y muerte del animal; la estimulación de la médula espinal disminuye la intensidad de los movimientos musculares involuntarios durante la fase clónica, mejorando la calidad de la carne (Fàbrega, 2003).

### **II.10.2. Aturdimiento con Dióxido de Carbono**

El dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) es un gas, que al ser inhalado produce insensibilidad sin dejar residuos químicos inaceptables en la canal. Durante este proceso, los cerdos son introducidos en jaulas o góndolas (Figura 4) con capacidad de 2 hasta 5 animales; cada góndola baja a un pozo donde la concentración del gas va aumentando hasta llegar a una concentración superior al 80% de  $\text{CO}_2$ , durante el tiempo suficiente (más de 30 segundos) para mantenerlos inconscientes hasta el desangrado y muerte cerebral. El  $\text{CO}_2$ , al ser más pesado que el aire puede ser almacenado a altas concentraciones en una fosa por debajo del nivel del suelo. El aturdimiento se produce por la depresión de la función neuronal a consecuencia de una hipoxia y una disminución del pH del sistema nervioso central (Fàbrega, 2003; Velarde et al., 2000b; Álvarez et al., 2005).

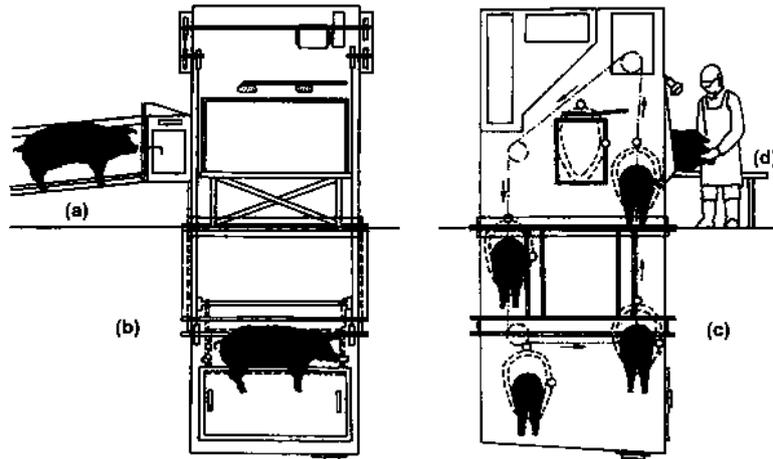


Figura 4. Cámara de CO<sub>2</sub> para el aturdimiento de cerdos ([www.fao.org](http://www.fao.org)).

La inducción de la anestesia en una atmósfera superior del 80% de CO<sub>2</sub> incluye tres etapas:

- a. La primera tiene una duración aproximada de 20 segundos y se denomina etapa de analgesia. Durante este periodo la respuesta del animal al dolor y al estrés se reduce gradualmente. En el aparato respiratorio, la inhalación de CO<sub>2</sub> provoca hiperventilación, que se manifiesta con inspiraciones cortas y profundas asociadas a jadeos o chillidos.
- b. Inmediatamente después de la pérdida de consciencia ocurre la etapa de excitación, con una duración aproximada de 7 segundos, y en la que se observan en algunos animales movimientos incoordinados y vocalización.
- c. Por último, la etapa de anestesia en la que se produce relajación de los músculos esqueléticos y respiratorios; durante esta fase, el animal pierde la postura normal y desaparecen el reflejo corneal, la sensibilidad al dolor y el ritmo respiratorio.

Concentraciones del 95% inducen anestesia entre los 10 y 15 segundos (Fàbrega, 2003; Velarde et al., 2000b), sin embargo estas concentraciones en tan poco tiempo son sumamente irritantes y causan sufrimiento a los animales (Fàbrega, 2003).

Una de las ventajas del sistema de aturdimiento con CO<sub>2</sub>, es que no requiere la sujeción de los animales y permite el manejo en grupo, reduciendo el nivel de estrés en los cerdos (Fàbrega, 2003; Velarde et al., 2000b). No obstante, existe controversia de la calidad humanitaria del aturdimiento mediante CO<sub>2</sub>, por su efecto irritante (Fàbrega, 2003) causando asfixia antes de la pérdida de sensibilidad (19 segundos) (Gregory, 1990). Si se realiza de forma incorrecta (elevada concentración y poco tiempo) se observa mayor número de convulsiones musculares, siendo una incidencia negativa sobre el bienestar. En este sentido, el aturdido eléctrico *cabeza-corazón* es más eficaz que el aturdido por CO<sub>2</sub> por inducir la inconsciencia instantánea, prolongándola hasta la muerte cerebral (Velarde et al. 1999). Por otro lado, en los tratamientos de electronarcosis *cabeza-corazón* la incidencia de defectos de la canal es tan sólo 2 - 2.5 veces superior que en el aturdimiento con CO<sub>2</sub>, observándose únicamente petequias en lomo y pierna. En cambio, la incidencia de hemorragias durante la matanza porcina se duplica hasta veinte veces si se utiliza la electronarcosis *sólo-cabeza* frente al aturdido con CO<sub>2</sub> (Álvarez, 2005).

El degüelle y desangrado es el proceso por el cual se da muerte a los animales de abasto mediante el corte de grandes vasos como las arterias carótidas y venas yugulares, generando hipoxia cerebral (Marchant-Forde & Marchant-Forde, 2009). Debe realizarse inmediatamente después del aturdimiento, sin rebasar los 15 segundos después del aturdimiento, ya que después de este tiempo, no se garantiza

el bienestar de los animales, ya que pueden recuperar la sensibilidad (Anil, 1991) (Figura 5). Mantener un alto estándar de bienestar animal durante estas etapas requiere de un equipo apropiado y de la supervisión y capacitación constante de los operarios.

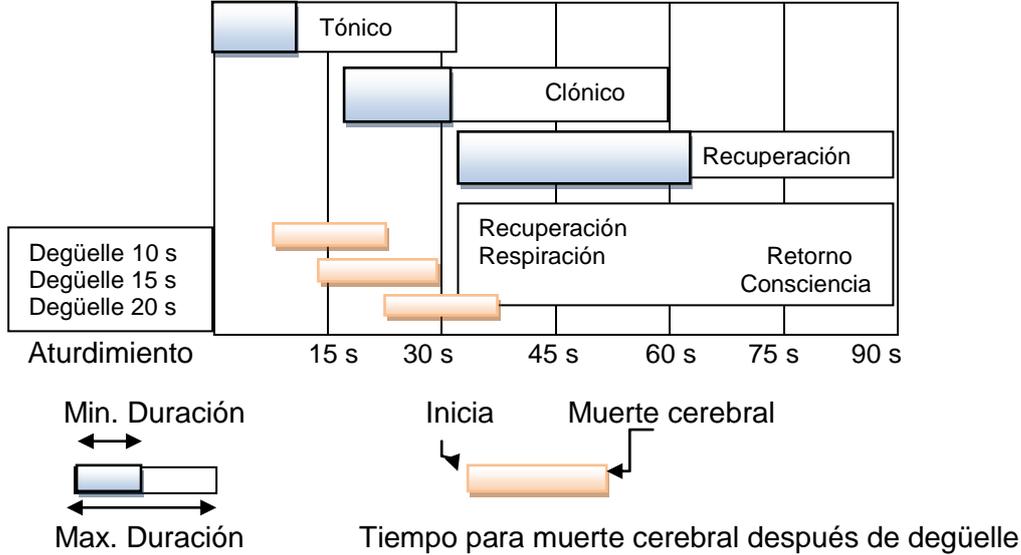


Figura 5. Diagrama de las fases de aturdimiento y recuperación después del degüelle (Adaptado de HSA 2006).

**II.11. Lesiones**

La presencia de daños físicos por golpes en las canales es un indicador que los animales fueron sometidos a un proceso de estrés, dolor agudo o crónico, cuestionando indirectamente la calidad ética del producto (Velarde, 2012; Aaslyng, 2012; Becerril, 2009; Matic, 1997).

Son muchos los factores relacionados con la presencia de lesiones en las canales porcinas; los hematomas localizados en el tercio anterior de la canal son debidos a peleas, por ser la región más expuesta durante estas afiliaciones; las lesiones en la región media de la canal se relacionan a las instalaciones de la unidad de producción

o del rastro, transporte o pisadas entre los mismos animales, al igual que las localizadas en pierna (Aaslyng, 2012); al nivel del dorso se relaciona con arreo y manejo inadecuado. La presencia de lesiones en la canal no solamente representa un pobre bienestar, sin importar dónde se hayan originado (Álvarez, 2005), sino un serio problema en la industria de la carne (Faucitano, 2001), ya que genera grandes e irreparables pérdidas en su valor comercial, afectando negativamente las ganancias de los productores, por recortes en la canal (Foto 9) (Spiner & Brunori, 2002) además, se ven incrementados los costos fijos de cada rastro (Kusina, 2003).



Foto 9. Recortes debidos a golpes en canal.

## II.12. Legislación

En diferentes países se observa, en mayor o menor medida, una demanda de la sociedad porque se introduzcan regulaciones que protejan a los animales. En América Latina, independientemente de la motivación de los mercados, los productores o industriales empiezan a aplicar prácticas de bienestar animal para evitar las pérdidas

económicas o los gastos extras que se producen cuando no se aplica ninguna medida (Rojas, 2005).

La OIE, como organización de referencia en el ámbito del bienestar animal, elabora recomendaciones para su implementación por los servicios veterinarios (OIE, 2004).

En México, existe legislación donde se incluye el concepto de bienestar animal, dentro de la cual destaca la Ley Federal de Sanidad Animal en su Capítulo I Título III, donde considera aspectos de bienestar en cuanto al “trato decente, cuidados zoonosológicos y técnicas de matanza de animales”. Por otro lado, las Normas Oficiales Mexicanas, como la NOM-008-ZOO-1994 “*Construcción y equipamiento de establecimientos para el sacrificio de animales*”, Norma Oficial Mexicana NOM-009-ZOO-1994 “*Proceso sanitario de la carne*”, Norma Oficial Mexicana NOM-051-ZOO-1995 “*Trato humanitario en la movilización de animales*” y NOM-033-ZOO-1995 “*Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres*”, tratan lo relacionado con los procesos de matanza en rastros de animales para abasto. Además desde el 2004 se trabaja en una iniciativa de Ley General de Bienestar Animal en el país (Galindo & Méndez 2004).

Uno de los aspectos más importantes a tomar en cuenta es la concientización de la población y el establecimiento de una cultura del bienestar animal, a través de esquemas de recomendaciones o certificaciones voluntarias, en donde la evidencia de los beneficios de las prácticas del bienestar animal para la productividad y calidad es fundamental (Rojas, 2005). En este sentido, las medidas de etiquetado cumplen una función importante, ya que los consumidores, productores y el público en general promueven cada vez más el control del cumplimiento de la normativa actual o la

mejora de las normas existentes, lo que transforma el concepto de bienestar en un atributo de calidad del producto (Rojas, 2005; Roe & Buller, 2008).

### **III. OBJETIVOS**

Evaluar los puntos críticos del bienestar del cerdo durante el proceso de matanza en las etapas de transporte, desembarque, arreo a corral, estancia en corral, arreo a cajón de aturdimiento, método y eficiencia del aturdimiento, desangrado y lesiones en la canal en cinco rastros Tipo Inspección Federal de la República Mexicana.

#### **III.1. Objetivos específicos**

- Determinar las características de los diversos tipos de vehículos utilizados para transportar cerdos en México.
- Conocer las instalaciones de los Rastros Tipo Inspección Federal y reconocer que sean adecuadas para llevar a cabo la estancia y matanza de cerdos.
- Evaluar el manejo de los cerdos por parte de los operarios de cada rastro desde su desembarque hasta aturdimiento, emitiendo las observaciones y recomendaciones necesarias.
- Verificar el tipo y eficacia del aturdimiento en cada rastro, así como registrar el tiempo entre el aturdimiento y degüelle, aportando las observaciones y recomendaciones al respecto.
- Registrar el número y, en su caso, determinar el origen de hematomas presentes en las canales de cerdos de cada rastro; incluyendo las recomendaciones necesarias, en cuanto a manejo de los animales o el diseño de las instalaciones.

#### IV. MATERIAL Y MÉTODOS

Se evaluaron los Puntos Críticos del Bienestar Animal como el transporte, desembarque, arreo a corrales, estancia en corral, arreo a cajón de aturdimiento, aturdimiento y desangrado, así como la clasificación de lesiones en canales. Las observaciones se llevaron a cabo en cinco rastros Tipo Inspección Federal de la República Mexicana, con mayor matanza y distribución de carne de cerdo en el país (todos de cruce comercial), contando con capacidad mensual instalada de 11,000; 43,200; 20,280; 19,200 y 48,000 cabezas respectivamente (SIAP, 2012); representando el 25.87% de la matanza de cerdos total en rastros TIF del país. Tres de ellos exportan a Estados Unidos, Corea, China y Japón.

Las plantas de matanza se encuentran en el centro, norte y sureste del país. El Cuadro 1 muestra las fechas en que se evaluó cada rastro durante el 2013.

**Cuadro 1. Ubicación, temperatura media mensual y fecha de evaluación de cinco Rastros Tipo Inspección Federal evaluados.**

RASTRO	UBICACIÓN	TEMPERATURA MEDIA (°C) (SMN)	FECHA DE VISITA
1	Centro	18.2	Febrero
2	Norte	19.8	Marzo
3	Norte	19.8	Marzo
4	Centro	18.4	Junio
5	Sureste	28.2	Agosto

Las evaluaciones se llevaron a cabo bajo la metodología de los protocolos de Welfare Quality®, así como clasificaciones descritas por Temple Grandin (1999), que se describen a continuación por punto crítico.

#### **IV.1. Instalaciones**

Se evaluaron características de las rampas de desembarque, pasillos y corrales, tales como tipo de piso y pared, grado de inclinación de la rampa para cada nivel de los vehículos con Distro™ D5 de Leica®. En los andenes de espera se consideró la presencia de sombra para resguardar a los camiones durante la espera al desembarque. Se registró presencia de juegos de luz y sombra que podían representar distractores para el avance de los cerdos a lo largo de los pasillos, así como el número de duchas y bebederos en los en los corrales de estancia.

#### **IV.2. Transporte**

Se registró el tipo y características 21 vehículos (“panzona”, tráiler de 2 o 3 niveles) que arribaron a los rastros evaluados, la duración del viaje y kilómetros recorridos, así como las condiciones ambientales (Temperatura y Humedad Relativa) al momento de su llegada con el equipo Traceble Control Company®; al igual que el número de animales transportados y densidad de carga. Durante el tiempo de espera al desembarque se registró la temperatura y humedad interna de los camiones, el equipo utilizado fue Laser Infrared Thermometer de Control Company® y el Laser Temp Gun Thermometer Milwaukee®. Entre las características de los camiones se registró el número de niveles, la presencia de protección contra el viento, sol y lluvia, y el tipo de piso de cada uno.

#### **IV.3. Manejo durante el desembarque, arreo a corrales y arreo a cajón de aturdimiento**

Se registró el tiempo de espera al desembarque, el cual se tomó desde la llegada de los vehículos al rastro, hasta el inicio del desembarque. Los tiempos se clasificaron

como excelente, inaceptable y problema grave, según Grandin (1999), detallados en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Tiempo de espera al desembarque (Grandin, 1999).**

Clasificación Grandin (1999)	Tiempo de espera
Excelente	90% de los camiones comienzan la descarga dentro de los 15 minutos de llegar al rastro.
Inaceptable	75% de los camiones comienzan a descargar dentro de los 15 minutos de llegar a la planta, pero al menos un camión debe esperar más de 60 minutos.
Problema grave	90% de los camiones espera más de 60 minutos.

Se consideró el área de desembarque desde el inicio de la rampa hasta donde comienza el pasillo a corrales. La evaluación del desembarque de cada grupo de animales inició cuando el primer cerdo salió del vehículo hacia la rampa y hasta que el último entraba al pasillo hacia corral. De igual manera, el arreo a corral se evaluó desde que los cerdos entraron al pasillo hasta que el último animal entró al corral. El arreo a cajón de aturdimiento, abarcó desde que el primer cerdo salió del corral hasta que el último entró al pasillo que dirige al cajón de aturdimiento. La evaluación de cada manejo se detalla en el Cuadro 3.

**Cuadro 3. Evaluaciones sobre los animales durante su manejo en los rastros.**

Criterio Welfare Quality®	
Se detienen	Todos aquéllos que frenaron su paso por 2 o más segundos.
Reculan	Aquéllos animales que caminaron hacia atrás sin girar su cuerpo.
Dan la vuelta y regresan	Animales que giraron su cuerpo 180° y caminaron.
Resbalan	Animales que perdieron el equilibrio sin que ninguna parte de su cuerpo tocara el suelo.
Caen	Animales que perdieron el equilibrio y una o más regiones del cuerpo tocaron el suelo.

En los mismos manejos se registró el porcentaje de animales que vocalizaron, que recibieron golpes y gritos por parte de los operarios, así como el nivel de ruido (dB) con ayuda del sonómetro digital TES 1353®. Las observaciones se clasificaron de acuerdo a lo establecido por Grandin (1999) (Cuadro 4).

**Cuadro 4. Clasificación de resbalones y caídas y vocalizaciones según Grandin (1999).**

Clasificación. Grandin (1999).	
Resbalones y caídas	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Excelente: sin resbalones ni caídas.</li> <li>* Aceptable: resbalones en menos del 3% de los animales.</li> <li>* No aceptable: 1% de caídas.</li> <li>* Problema Grave: 5% de caídas, 15% o más resbalones.</li> </ul>
Vocalizaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Excelente: sin vocalizaciones.</li> <li>* Aceptable: hasta el 1%.</li> <li>* No aceptable: 2 a 5% vocaliza.</li> <li>* Problema grave: más del 5% vocaliza.</li> </ul>

Durante cada manejo se registró el tipo de arreador utilizado como tubos, palos, sonajas y banderas.

**IV.4. Aturdimiento, degüelle y desangrado**

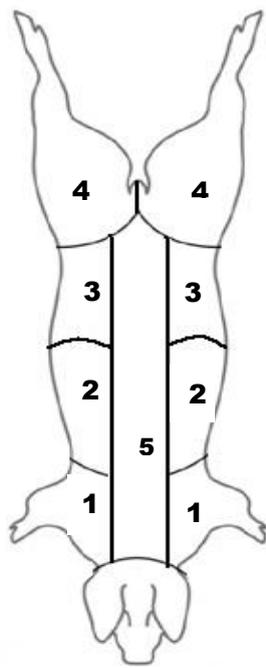
En cada rastro se evaluaron entre 100 y 200 aturdimientos. Los rastros 1, 3 y 4 realizan aturdimiento eléctrico; el 3 con la variante de tres electrodos (*cabeza-corazón*); los tres con un amperaje de 1.2 A y voltaje de 200 - 250. Se registró la condición en que los animales salieron del cajón: fase tónica o clónica.

Los rastros 2 y 5 llevan a cabo el aturdimiento de los cerdos en cámaras de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>). El primero a una concentración de 80% de CO<sub>2</sub> por 171 segundos, mientras que el rastro 5 a concentraciones de 89 al 90% con ciclos de 186 segundos.

Una vez que salieron del cajón de aturdimiento o de la cámara de CO<sub>2</sub>, se evaluó la ausencia de reflejo corneal y sensibilidad en la nariz, con la punta roma de una tapa de bolígrafo y con una aguja, respectivamente. Se registró el tiempo con cronómetro entre estos dos procesos y la presencia de sensibilidad al corte de vasos y en el riel, vocalizaciones e intentos de incorporarse.

#### **IV.5. Lesiones en canal**

Una vez concluida la línea de matanza en cada rastro, en las cámaras frías se evaluaron las lesiones en canales. Se observó un total de 653 canales, cada una se dividió en 5 regiones según el protocolo Welfare Quality®: espaldilla, costillar, dorso y pierna, como se muestra en la Figura 6. Se registró el número de lesiones en cada una.



Regiones	
1	Espaldilla
2	Costillar
3	Lomo o falda
4	Dorso
5	Pierna

Figura 6. División de la canal de cerdo para la evaluación de las lesiones (Modificado de Varón-Álvarez, 2014).

#### IV.6. Análisis Estadístico

Los datos fueron procesados en el programa estadístico JMP8® para obtener la estadística descriptiva de los resultados obtenidos en la observación de los rastros y con el Programa Statistical Package for Social Sciences (SPSS) 20® para comparación de medias con la Prueba de Tukey.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### V.1. Transporte

#### V.1.1. Tiempo y distancia recorridos

En el Cuadro 5 se presentan las distancias (km) y tiempos de recorrido (h/min) generales, así como las condiciones ambientales registradas a la llegada de 21 camiones que transportaron cerdos a los 5 rastros evaluados (Anexo I).

**Cuadro 5. Promedio, máximos y mínimos generales de los viajes registrados en los rastros TIF evaluados.**

	n	$\bar{x}$	SD	Máximo	mínimo
Distancia (km)	21	200.19	125.95	600	25
Tiempo recorrido (min)		2:49	1:31	9:00	0:40
Temp. Ambiental (°C)		27.02	7.05	36	17
Humedad Relativa (%)		50.73	30.1	94	28.5

La distancia promedio de recorrido a los rastros osciló en 200 km, en 169 min (2 h 49 min) aproximadamente. Cuya variabilidad es de 25 hasta 600 km, que en tiempo se traduce desde 40 min a 9 horas. Al momento de llegada se registró una temperatura y humedad relativa promedio de 27.02°C y 50.73% respectivamente, condiciones que permiten la comodidad térmica de los cerdos, la cual va de 26 a 31°C (Randall, 1993) y hasta 65% (Honkavaara, 1989), respectivamente.

El promedio de las distancias registradas en los rastros TIF mostrado en el Cuadro 5 son similares al 32.6% de los transportes evaluados por la USA National Pork Benchmarking, que recorren entre 162 y 322 km (Scanga et al., 2003).

Las medias y desviaciones estándares de estas variables en cada rastro se detallan en el Cuadro 6, presentando los datos de los viajes desde su lugar de origen hacia cada uno.

**Cuadro 6. Características y condiciones ambientales de los viajes a cada rastro evaluado.**

RASTRO	n	DISTANCIA km				TIEMPO hrs/min				Temperatura °C				HUMEDAD (%)			
		X $\bar{x}$	SD	Max	min	X $\bar{x}$	SD	Max	min	X $\bar{x}$	SD	Max	min	X $\bar{x}$	SD	Max	min
1	4	216.67	331.9	600	25	3:41	4:36	9:0	0:45	27.2	2.6	30	25	.	.	.	.
2	3	51	8.5	60	43	0:42	0:16	1:0	0:30	25.5	2.1	27	24	44	2.8	46	42
3	5	83.2	60.9	170	34	0:57	0:21	2:30	0:40	32.2	0	32	32	28.5	0	29	29
4	3	<b>370<sup>a</sup></b>	0	371	370	<b>4:30<sup>a</sup></b>	0:0	4:30	4:30	17	0	17	17	57	0	57	57
5	9	132.5	17.1	150	110	1:37	0:11	1:45	1:30	29.4	5.3	36	23	74.4	16.4	94	53

Literales diferentes muestran diferencia significativa.

a. En el rastro 4 se permitió la evaluación de 3 camiones, de los cuales solo un chofer accedió a dar información del recorrido.

Se observó que el rastro 1 recibe los recorridos más heterogéneos, que van desde 25 a 600 km y de 45 minutos y hasta 9 horas, respectivamente; el resto de los rastros recibe recorridos que van de 30 min a 4:30 h. Estos tiempos son considerados traslados cortos por el Consejo de la Unión Europea (2005) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO), quienes establecen que los viajes largos son aquéllos que superan las 9 horas de recorrido; sin embargo también establecen la corrección de tiempo y distancias si es necesario. En general, la duración del viaje, es un punto crítico que tiene un efecto directo sobre el bienestar de los animales (Pérez et al., 2002). Los mismos autores demostraron en un estudio realizado en España, que los cerdos sometidos a transportes muy cortos (15 min) presentan una respuesta más intensa al estrés y una pobre calidad de la carne, con alta tendencia a presentar carne PSE, que aquéllos sometidos a transportes moderadamente largos (3 h) (Pérez et al., 2002); mientras que los transporte de más

de 6 h están relacionados con pérdida de peso (Faucitano, 2013), debidas al ayuno, así como por heces y orina. El 46% de los trayectos evaluados en este trabajo coinciden con lo reportado por Aalhus (1992), quien a través de una encuesta realizada en Canadá, describe que la mayoría de los transportes de cerdos se hacen en 3 horas, mientras que el 4% llegan a viajar por más de 24 horas.

### **V.1.2. Condiciones ambientales y microclima de los camiones**

Además de la distancia y tiempos de recorrido, existen diversos factores que comprometen el bienestar de los animales durante el transporte; una de ellas son las condiciones ambientales bajo las que son transportados, las cuales variaron según la región del país y época del año en que se realizaron las evaluaciones en cada rastro. Como se puede observar en el Cuadro 6, las temperaturas ambientales más elevadas se registraron en el norte y sureste del país, con 32.2°C y 28.5% HR y 31.7°C y 66.7% HR, respectivamente. Estas condiciones tuvieron un impacto en el microclima de los camiones que arribaron a estos rastros, teniendo temperaturas promedio dentro de los camiones de 32°C y 28% HR en el norte del país y 25.8°C y 85.3% HR en el sureste; en el 5 con valores máximos de 36°C y 94% HR, comprometiendo el bienestar en los animales (Warris, 1998) durante el tiempo de espera al desembarque. Tanto la temperatura y humedad rebasan los límites máximos para la comodidad térmica de los cerdos, que es de 31°C (Randall, 1993) y 65% (Honkavaara, 1989). Se ha demostrado que la humedad relativa puede alcanzar el 95% dentro de los camiones en climas húmedos (Bruce, 1981), como la registrada en el rastro 5.

Según Dewey et al. (2009), la influencia de las condiciones ambientales en el microclima de los vehículos radica en que por cada grado centígrado (1°C) que aumenta la temperatura ambiental, la temperatura del camión incrementará 0.99°C.

Del mismo modo, al elevarse la humedad relativa ambiental 1%, la temperatura dentro del camión puede aumentar 0.11°C. Así, al incrementar la temperatura interna del camión, las pérdidas durante el transporte pueden ser mayores (Dewey et al., 2009). Por lo que es importante que el transporte de los animales a rastro, sea planeado considerando la región del país, la hora en que se realizará, el número de animales a transportar y tipo de vehículo, con el fin de proporcionarles comodidad a los animales durante este manejo.

### **V.1.3. Tipo de camiones**

Los camiones más utilizados para el transporte de cerdos hacia los rastros evaluados son los tráiler de 3 niveles (Foto 10), los cuales arribaron a los 5 rastros, seguido por los denominados “panzonas” o jaulas (Foto 11). Los primeros tienen capacidad promedio para 150 cerdos, mientras que las “panzonas” pueden transportar hasta 200 cerdos (Cuadro 7).

Los tráiler de 3 niveles que llegan a los diferentes rastros carecen protección al aire, sus paredes laterales están conformadas por barrotes paralelos horizontalmente; a diferencia de las “panzonas”, que poseen paredes sólidas con pequeñas ventanas, brindando a los animales protección contra intemperie, como lo establece el apartado 4.3.9 de la NOM-051-ZOO-1955 “*Trato humanitario durante en la movilización de animales*”; sin embargo, bloquea la ventilación, concentrando el calor en el interior del vehículo.



Foto 10. Tráiler de 3 pisos.



Foto 11. Panzona, “pot belly” o jaula.

El Cuadro 7 muestra las características de los diferentes tipos de camiones evaluados en este estudio, los cuales transportaron en promedio 145 animales ( $\pm 45$ ), con una densidad promedio de  $0.63 \text{ m}^2/\text{cerdo}$  ( $\pm 0.43$ ) cada uno.

**Cuadro 7. Características de los vehículos y densidad de carga durante el transporte a los rastros evaluados**

	x $\square$ Total	Panzona n=3				Tráiler 3 niveles n=15				Tráiler 2 niveles n=2			
		x $\square$	SD	Max	min	x $\square$	SD	Max	min	x $\square$	SD	Max	min
Protección aire			SI				SI				SI		
Protección lluvia			SI				SI				SI		
Protección sol			SI				SI				SI		
Bebederos			NO				SOLO 1				NO		
Número animales	145 ( $\pm 45$ )	183	28	200	150	140	35.5	220	100	121	111	200	43
Alto total (m)		4.07	2.35	4.09	4.06	4.9	2.8	7.64	3.15	.	.	.	.
Alto niveles (m)													
Nivel 1		0.94	0.12	1.06	0.81	0.87	0.45	1.05	0.77	0.96	0.13	1.09	0.87
Nivel 2		0.92	0.15	1.09	0.79	0.87	0.44	1.05	0.77	0.98	0.15	1.09	0.88
Nivel 3		1.12	0.71	1.41	0.83	0.85	0.43	1.05	0.70				
Número separaciones		11	3	14	8	19	11	36	12	7	1.4	8	6

Densidad m <sup>2</sup> /animal	0.63 (±0.43)	0.38	0.38	0.38	0.71	0.47	1.51	0.40	0.38	0.38	0.38
------------------------------------	-----------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

---

La altura de los diferentes niveles varía según el tipo de vehículo (Fotos 12 y 13). Las alturas máximas promedio de las jaulas o panzonas en los diferentes niveles fueron de 1.06 m, 1.09 m, y 1.41 m; y en los tráiler de 3 niveles de 1.05 m. Las alturas mínimas en las jaulas se registraron en 0.81 m, 0.79 m y 0.83 m en el primer, segundo y tercer nivel, respectivamente y en los tráiler de 3 niveles las alturas fueron de 0.77 m en el primer y segundo nivel y de 0.70 m en el nivel tercer nivel. Estas medidas son menores a la altura promedio de los cerdos destinados a rastro que es de 0.78 – 0.82 m, lo que puede ocasionar lesiones en la cabeza y dorso de los animales, además de una pobre ventilación dentro de los compartimentos de los vehículos durante el viaje y tiempo de espera al desembarque, ya que se requiere mínimo 30 cm libres entre el dorso y el techo, como lo menciona el apartado 4.3.11 de la NOM-051-ZOO-1995 “*Trato humanitario en la movilización de animales*”.



Foto 12 y 13. Alturas de los diferentes niveles de los camiones.

Además se observó que las bajas alturas de los niveles comprometen la seguridad de los operarios encargados de desembarcar a los animales (Foto 14), quienes en algunos rastros tienen que ingresar a las diferentes separaciones para movilizar a los animales durante el desembarque.



Foto 14. Operario encargado del desembarque.

La variación en la altura de los niveles de los vehículos radica en lo establecido en la sección 6.2.1.2 de la NOM-012-SCT-2-2008 *Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de Jurisdicción Federal*, que indica que “La altura máxima autorizada para todas las clases de vehículos que transitan en los diferentes tipos de caminos, será de 4.25 m, de lo contrario, los conductores serán acreedores a sanción”. La falta de concientización al respecto del transporte de los animales lleva a la próxima modificación de los camiones dedicados a ello.

En cuanto al interior de los camiones, se recomienda que los pisos sean antiderrapantes (NOM-051-ZOO-1995; Sutherland et al., 2009); sin embargo, los vehículos evaluados

contaron con pisos laminados con pequeñas estrías (Fotos 15 y 16), favoreciendo la incidencia de resbalones y caídas de los animales durante el transporte, embarque y desembarque. Algunos vehículos cuentan estructuras delgadas colocadas horizontalmente sobre el piso, llamadas listones (Foto 17), que pueden provocar lesiones al ser colocadas de manera unidireccional, ocasionando que los animales resbalen, se abran y se luxen. Para evitarlo, se recomienda los pisos cuenten con cuadrículas de metal (Foto 18) o colocar cama de aserrín, paja o madera, que además favorecen a la reducción de escurrimientos de heces y orina hacia el exterior (NOM-051-ZOO-1995) (Foto 19), pues los vehículos destinados al transporte de animales carecen de algún tipo de recolector de heces y orina.



Fotos 15 y 16. La acumulación de heces y orina en pisos laminados puede elevar la incidencia de resbalones y caídas.



Foto 17. Listones unidireccionales en piso de camiones



Foto 18. Piso camión antiderrapante (Méndez &Rubio, 2011).



Foto 19. La falta de cama o un recolector de heces y orina incrementa la contaminación dentro y fuera del vehículo.

Solamente un vehículo contó con bebedero en cada separación. Aunque el tiempo de privación de agua es menor que la de alimento, debido a que los animales tienen acceso a ella inmediatamente antes del embarque y seguido del desembarque en los corrales de espera, se ha demostrado que la deshidratación en cerdos es más frecuente en viajes cortos que en largos (Warris et al., 1998).

Para proveer mayor comodidad a los cerdos durante su transporte a los rastros, es importante diseñar los vehículos a utilizar, tomando en cuenta las características de la región por donde va a viajar. El uso de paredes laterales móviles puede facilitar el control del microclima de los vehículos además de proveer protección contra la intemperie; el diseño de los camiones debe facilitar su limpieza y permitir un embarque y desembarque seguro tanto para el operario como para los cerdos evitando resbalones y caídas ocasionadas por pisos resbaladizos, lo que se pueden contrarrestar con el uso de cama para el transporte de los animales.

#### V.1.4. Densidad de carga

El Cuadro 7 muestra la densidad promedio en la que fueron transportados los cerdos de aproximadamente 120 kg en los diferentes tipos de vehículos. Las “panzonas” y los camiones de 2 niveles presentaron las densidades más altas con 0.38 m<sup>2</sup>/cerdo, y los tráiler de 3 niveles con 0.71 m<sup>2</sup>/cerdo. El vehículo con menor densidad fue un tráiler de 3 pisos con 1.51 m<sup>2</sup>/cerdo que transportó 120 cerdos al rastro 4.

La densidad de carga varía según el tipo de camión y el número de animales transportados. Se ha demostrado que altas densidades tienen efecto sobre el bienestar de los animales, incrementando el estrés y número de lesiones (Tarrant & Gallo, 1993). Ritter et al. (2006) reportan que al incrementar el espacio de 0.39 a 0.48 m<sup>2</sup> para cerdos de 129 kg, las pérdidas se reducen 59%; el porcentaje de cerdos muertos a su llegada al rastro fue más alta en densidades de 0.39 que a 0.48 m<sup>2</sup>/cerdo (0.27 y 0.08% respectivamente). En un estudio consecutivo (Ritter et al., 2007), las pérdidas totales durante el transporte a densidades de 0.396, 0.415 y 0.437 m<sup>2</sup>/animal fueron mayores que a 0.489 y 0.520 m<sup>2</sup>/animal para cerdos de 130 kg; concluyendo que las pérdidas debidas al transporte se reducen a espacios de 0.462 m<sup>2</sup>/cerdo de 130 kg. Por otro lado, altas densidades pueden elevar la incidencia de carne PSE (0.5 contra 0.25 m<sup>2</sup>/100 kg) en viajes cortos (1 h). Se recomienda una densidad de 0.425 m<sup>2</sup>/100 kg en trayectos de aproximadamente 3 horas (Guàrdia et al., 2004).



Foto 20. Una densidad correcta permite que los animales permanezcan echados simultáneamente.

El Instituto Nacional de Agricultura Animal de los Estados Unidos (2004), recomienda un espacio de 0.40 a 0.45 m<sup>2</sup> para cerdos de 114 a 136 kg. Medidas que no cumplieron los vehículos tipo “panzonas” y los de 2 niveles, ya que presentaron las densidades por arriba de lo recomendado con 0.38 m<sup>2</sup>/cerdo. Mientras que el 43% de los vehículos de 3 niveles transportaron cerdos a una densidad entre 0.4 y 0.45 m<sup>2</sup>/cerdo; el resto de los vehículos de 3 niveles transportaron animales con densidades de 0.54 m<sup>2</sup>/cerdo hasta 1.51 m<sup>2</sup>/cerdo. Al respecto, la NOM-051-ZOO-1995 menciona que el espacio mínimo durante el transporte de cerdos es de 0.45 m<sup>2</sup>/100kg (0.54 m<sup>2</sup>/cerdo 120 Kg).

Un factor importante que compromete el bienestar de los cerdos durante el transporte es la densidad en los camiones, ya que ésta debe permitir a los cerdos echarse simultáneamente; sin embargo solamente el 33% de los vehículos evaluados respetaron la recomendación de espacio de la NOM-051-ZOO-1994, de 0.54 m<sup>2</sup>/120 kg. Es importante que todo el personal involucrado en el transporte de cerdos deba tomar en cuenta las pérdidas y estrés innecesario ocasionados por densidades altas o bajas.

### V. 1.5. Tiempo de espera

El tiempo promedio total de espera de los desembarques de 2,659 cerdos transportados en 21 camiones a los 5 rastros evaluados fue de 74 min ( $\pm 57.3$ ) (Anexo I).

**Cuadro 8. Tiempo de espera al desembarque de 21 camiones en los 5 rastros evaluados**

	Rastro 1			Rastro 2			Rastro 3			Rastro 4			Rastro 5		
	n=3			n=0			n=6			n=5			n=7		
	x̄	Max	min	x̄	Max	min	x̄	Max	min	x̄	Max	min	x̄	Max	min
Tiempo de espera (min)	5.3	13	0				59	86	25	125	170	64	78	160	8
Clasificación Grandin (1999)	<i>Excelente</i>						<i>Inaceptable</i>			<i>Problema grave</i>			<i>Problema grave</i>		

El Cuadro 8 muestra que el tiempo de espera al desembarque es inmediato en el rastro 1; sin embargo se registraron tiempos de hasta 170 min (2 h 50 min) en el rastro 4. Bajo los criterios de Grandin (1999), el único rastro con tiempo de espera *excelente* es el rastro 1, con menos de 15 min para el desembarque de los cerdos; la espera en el rastro 3 es *inaceptable*, al tardar entre 30 - 60 min para el descenso de los cerdos de los camiones y los rastros 4 y 5 presentaron un *serio problema* al desembarcar a los animales después de 60 min de haber llegado al rastro.

Para evitar el estrés y sufrimiento innecesarios de los cerdos en los rastros evaluados, es importante reducir el tiempo de espera; ya que, como se ha mencionado, la temperatura interior incrementa en un vehículo estacionado.



Fotos 21 y 22. Tiempos prolongados de espera al desembarque comprometen el bienestar de los cerdos.

#### **V.1.6. Mortalidad durante el transporte**

La tasa de mortalidad total durante el transporte de 2,659 cerdos en los rastros evaluados fue de 0.19%, (5 cerdos) mayor que la reportada en Estados Unidos en el 2010 (FSIS) con 0.17% y que Canadá con 0.08% en el mismo año (CFIA). El 0.04% de mortalidad se presentó en un viaje de 600 km y el 0.15% en viajes de 140 km. Estos porcentajes son menores a los registrados por Malena et al. (2007) en cerdos de engorda transportados de 101 a 200 km desde su lugar de origen al rastro con 0.2% de mortalidad y 0.3% en viajes mayores a 300 km; y similares a los de Werner et al. (2005) en un sondeo retrospectivo de mortalidad durante el transporte en Alemania de 0.13% y 0.11% en 2000 y 2001, respectivamente.

El 0.15% de mortalidad se registró en los camiones que llegaron al rastro 5 y recorrieron 140 km, en este rastro se presentó la temperatura y humedad relativa internas más elevadas (25.8°C y 85%HR). Este porcentaje coincide con el estudio realizado por

Dewey et al (2009), quienes reportan porcentajes de 0.08 a 0.15%, donde el 90% de los camiones presentaron una temperatura interna de 26°C.

Ritter et al., (2006) describen que durante el embarque, la temperatura dentro del camión aumenta gradualmente; una vez iniciado el viaje, la temperatura puede descender cerca de 3°C. A su llegada a la planta, la temperatura dentro del camión vuelve a incrementar hasta que termina el desembarque.

Los porcentajes de mortalidad durante el transporte registrados en los 5 rastros evaluados no exceden los estándares reportados internacionalmente al compararlos con otros estudios. Sin embargo, es importante que los rastros implementen correctos sistemas de ventilación que contrarresten las altas temperaturas dentro del vehículo. Del mismo modo, el uso sistemas de ventilación combinado con aspersores de agua sobre vehículos estacionados en espera, acreditan una reducción de muertes durante la espera (Chevillon, 2000). La mortalidad observada en este estudio puede relacionarse a la combinación de temperatura y humedad elevadas que impide la disipación efectiva del calor corporal en los cerdos, como lo menciona Curtis (1983); además la privación de agua y alimento, que se acumula durante la espera al desembarque. Por lo que son varios aspectos que se deben tomar en cuenta al transportar animales.



Fotos 23 y 24. La mortalidad durante el transporte es un indicador de falta de bienestar y representa pérdidas económicas.

## V.2. Instalaciones

Pese a que la NOM-051-ZOO-1995 “*Trato humanitario en la movilización de animales*” especifica que los rastros deben contar con suficientes corrales para evitar prolongar el tiempo de espera de los camiones al desembarque, y que en su caso ésta debe llevarse a cabo con los vehículos estacionados bajo sombra, solamente 2 de los 5 rastros contaron con sombra donde los vehículos pueden ser situados durante la espera para desembarcar (Fotos 27 y 28).



Fotos 25 y 26. Es indispensable contar con sombra en los andenes de espera para evitar estrés innecesario a los animales.



Fotos 27 y 28. Diferentes equipos de sombra en 2 rastros TIF.

Es indispensable que el desembarque de los animales en los rastros evaluados se lleve a cabo inmediatamente después de su llegada al rastro, de no ser posible, éstos deben contar con suficiente sombra bajo la cual puedan esperar los camiones. Como se ha mencionado, la temperatura dentro de los vehículos tiende a incrementar mientras estos permanecen estacionados ya que por falta de movimiento de los vehículos se concentra el calor producido por los animales, comprometiendo seriamente la salud y el bienestar de los cerdos si se encuentran bajo el sol y sin acceso al agua dentro de los vehículos. Una alternativa es implementar cajones con malla-sombra suficientemente amplios y altos que cubran los camiones, combinados con sistemas de ventilación.

### **V.2.1. Rampa y pasillos**

La longitud promedio de las rampas de los 5 rastros es de 6.32 m y 1.74 m de ancho (Cuadro 9). La rampa con mayor longitud se encontró en el rastro 3 con 8.24 m y un ancho de 1.10 m; mientras que la de menor longitud es la del rastro 5 con 5.16 m y 2.42

m de ancho. Si bien la NOM-009-Z00-1994 *“Proceso sanitario de la carne”* no indica la longitud de las rampas, establece que estas deben contar con 2.5 m de ancho. Sin embargo la más ancha fue de 2.42 m, permitiendo que tanto rampa como puerta del vehículo coincidieran, favoreciendo el descenso inmediato de los animales en grupo, lo que facilitó un manejo tranquilo. Las rampas de desembarque de los rastros 2 y 3, cuentan con un diseño de embudo (Figura 2), seguida de una anchura suficiente para que los animales avancen en pares o uno detrás de otro. Estas dos rampas cuentan con suelo de madera resbaloso; una con escalones, permitiendo un descenso seguro para los cerdos, mientras que la otra cuenta con “listones”, impidiendo que los animales resbalen (Fotos 29, 30 y 31).



Fotos 29, 30 y 31. Rampas de los rastros 2 y 3 con pisos de madera, escalones y listones, respectivamente.

**Cuadro 9. Características de las instalaciones de 5 rastros TIF.**

	Rampa n=17		Pasillo a corral n=5		Corral n=28		Pasillo a cajón n=8	
	x̄	SD	x̄	SD	x̄	SD	x̄	SD
Largo (m)	6.32	1.09	27.82	23.37	7.45	6.6	31.2	37.7
Ancho (m)	1.74	0.68	1.28	0.07	3.34	1.5	1.3	0.79
Alto pared (m)	0.89	0.46	1.19	0.09			1.26	0.32
Tipo pared	Sólida		Sólidas Descubiertas		Sólidas Descubiertas		Sólidas Descubiertas	
Inclinación (grados)								
Nivel1	-0.9	5.07						
Nivel 2	8.17	4.7						
Nivel 3	13.45	7.33						
Tipo piso	Concreto, madera, lámina		Concreto hormigón		Concreto		Concreto hormigón	
Claroscuros	Si		Si		Si		Si	
-----								
<b>CORRALES</b>								
Número animales					34	31		
Densidad (m <sup>2</sup> /cerdo)					0.95	0.6		
Bebedero / corral					3	2		

La norma NOM-009-Z00-1994 “Proceso sanitario de la carne” especifica que las paredes de las rampas deben ser sólidas para evitar que los cerdos se distraigan con movimientos externos a ésta, ocasionando que detengan su paso. A pesar que todas las rampas cuentan con paredes sólidas, éstas no ajustaron correctamente a las paredes o piso del camión (Fotos 32 y 33), registrándose lesiones en los animales (Foto 34).



Fotos 32 y 33. Es importante que pisos y paredes de rampa y camión coincidan perfectamente entre sí.



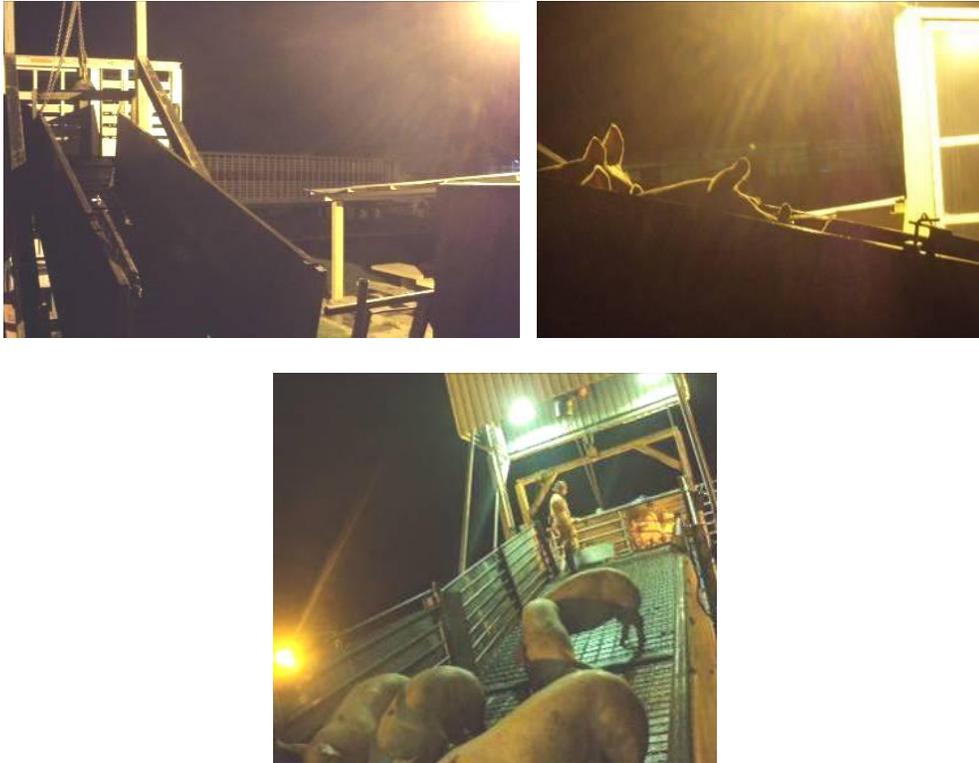
Foto 34. Espacios entre pisos y paredes de rampa y camión pueden ocasionar lesiones en los animales y comprometer la seguridad de los operarios.



Fotos 35 y 36. Para evitar separaciones entre los pisos del camión y rampas se observó el uso de pestañas entre estos.

La inclinación de la rampa varía según el vehículo en cada rastro; registrándose promedios para el primer, segundo y tercer nivel, de  $-0.90^\circ$  (sin pendiente),  $8.17^\circ$  y  $13.45^\circ$  respectivamente (Cuadro 9); con máximos y mínimos de  $7^\circ$ - ( $-$ ) $13.9^\circ$ ;  $13.6^\circ$  -  $3.4^\circ$ ;  $18^\circ$  -  $8^\circ$  para cada nivel. Al rebasar  $15^\circ$  de inclinación recomendados como máximo por Grandin (1990) aumenta la frecuencia cardiaca de los animales (Van Putten & Elshof, 1978) al hacer el esfuerzo por mantener el equilibrio.

Uno de los factores deficientes en los cinco rastros fue la falta de luz tanto en rampa como en pasillos, ya que la presencia de juegos de luz y sombra retrasó el flujo continuo de los animales durante el desembarque y arreos (Fotos 37, 38 y 39). Es más sencillo y seguro conducir a los animales de áreas con poca a mayor luz (Grandin, 1990; Kittawornrat & Zimmerman, 2010), evitando juegos de luz y sombra en las instalaciones por donde se manejen a los animales, procurando la iluminación a lo largo de la rampa incluyendo corrales.



Fotos 37, 38 y 39. Es indispensable que rampas y pasillos estén correctamente iluminados, evitando dirigir la luz directamente a la cara de los animales.

### V.2.2. Corrales

El Cuadro 9 muestra que la densidad promedio de los corrales en los rastros fue de  $0.95 \text{ m}^2/\text{cerdo}$ . El corral con mayor densidad se encontró en el rastro 2, con una densidad de  $0.33 \text{ m}^2/\text{cerdo}$ ; mientras que el de menor densidad fue un corral del rastro 4 con  $2.6 \text{ m}^2/\text{cerdo}$ . Al respecto, con el fin de reducir peleas y proveerles espacio necesario, Warris (1996 a, b) y Chevillon (2000) recomiendan una densidad de  $0.5 - 0.67 \text{ m}^2/100\text{kg}$  o  $1 - 2 \text{ cerdos}/\text{m}^2$  en corrales de espera; bajo estas condiciones, el rastro 2 supera la densidad mínima recomendada, incrementando la incidencia de lesiones debidas a peleas (Fotos 40 y 41).



Fotos 40 y 41. Una alta densidad en corrales de espera incrementa la presencia de lesiones por peleas y disminuye el acceso al agua a todos los animales.

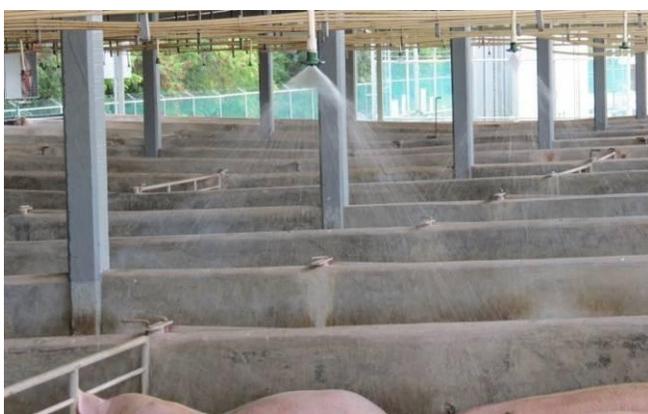
La temperatura y humedad relativa óptimas en corrales de espera descritas por Honkavaara (1989) oscilan en 15-18°C y 59-65%; sin embargo, la temperatura y humedad relativa promedio registradas en los corrales de los rastros fueron de 27.5°C y 55.7% respectivamente; con máximas de 33.6°C y 69% en el rastro 5 y mínimas de 21°C y 29% en los rastros 1 y 4.

Para contrarrestar las condiciones extremas, los rastros 2, 3 y 5, cuentan con ventiladores y aspersores de agua (Foto 42).



Foto 42. Ventiladores en corrales.

Se ha demostrado que el baño en los corrales favorece la calidad de la carne al reducir la incidencia PSE (Long & Tarrant, 1990; Aalyn & Stoier, 2002) (Fotos 43 y 44); reduce el comportamiento agresivo y facilita el arreo hacia el cajón de aturdimiento (Weeding et al, 1993); además mejora la conducción de la electricidad durante el aturdimiento eléctrico (Faucitano & Geverink, 2009). Es importante que tanto ventiladores como aspersores se encuentren correctamente colocados, sin que estén dirigidos hacia la cara de los animales.



Fotos 43 y 44. Baño en corrales de espera.

Todos los corrales contaron con bebedero de chupón en una relación 1:20 como lo cita Chevillon (2000). El rastro 2, con 90 cerdos por corral, cuenta con bebederos colgantes, que favorecen el acceso a todos los animales y evita lesiones en los costados de los cerdos producidas por bebederos de chupón cuando existe alta densidad de animales (Fotos 45 y 46).



Fotos 45 y 46. Bebederos colgantes al centro de los corrales.

Las deficiencias observadas en los corrales de los rastros evaluados, radicaron en la alta densidad en dos de los 5 rastros, los cuales se encuentran en las regiones más calurosas del país como lo es el norte y sureste del país. Sin embargo, ambos poseen sistemas de ventilación y aspersión de agua para contrarrestar las condiciones ambientales. Warris (1994) y Chevillon (2001) recomiendan baños de aspersión en los corrales de espera por 30 min, el primer baño a la llegada al corral y un segundo baño, media hora antes del arreo a cajón.

Los bebederos colgantes son una alternativa que permite el acceso a agua a aquéllos animales en corrales con alta densidad, opción que se recomendó a otros rastros, ya que también evita lesiones como las ocasionadas por bebederos de chupón.

El tiempo de espera en los corrales no debe ser menor a 1 hora ni rebasar las 3 horas de estancia (Warris, 2003); ya que periodos más largos, favorecen la presencia de lesiones por peleas y aumenta el estrés (Geverink et al., 1996; Fraqueza et al., 1998; Warris et al., 1998).

### V. 3. Desembarque, arreo a corral y arreo a cajón de aturdimiento

En el Cuadro 10 se presentan los porcentajes de los diferentes comportamientos de los 2,659 cerdos durante el desembarque, de 684 en el arreo a corral y de 600 en el arreo al cajón de aturdimiento.

**Cuadro 10. Porcentaje de los comportamientos de los cerdos y su manejo durante el desembarque de cada rastro.**

	Rastro 1	Rastro 2	Rastro 3	Rastro 4	Rastro 5
<b>DESEMBARQUE</b>	n= 216	n= 420	n= 760	n= 180	n=1083
Se detienen	9.72	4.76	9.21	14.4	<b>21.14</b>
Reculan o caminan hacia atrás	<b>7.9</b>	3.33	2.11	1.1	2.12
Dan la vuelta	<b>12.9</b>	1.43	4.21	4.4	3.79
<b>ARREO A CORRAL</b>	n= 231	n= 45	n= 49	n= 30	n= 329
Se detienen	3.03	15.56	6.12	0	<b>22.49</b>
Reculan o caminan hacia atrás	1.3	0	0	0	<b>9.73</b>
Dan la vuelta	3.03	6.67	0	0	<b>9.12</b>
<b>ARREO A CAJÓN</b>	n= 85	n= 121	n= 92	n= 200	n= 102
Se detienen	24.71	<b>28.93</b>	1.09	9	9.8
Reculan o caminan hacia atrás	8.24	<b>20.66</b>	3.26	4	0
Dan la vuelta	21.18	<b>24.79</b>	17.39	7	6.86

Durante el desembarque y arreo a corral, el rastro 5, tuvo el mayor porcentaje de animales que se detuvo con 21.14% y 22.49% en cada manejo, seguido por el 14% de animales que se detienen al desembarcar en el rastro 4, y por el 15% que se detiene durante el arreo a corral en el rastro 2. Los porcentajes más altos de animales que se detuvieron durante el arreo a cajón de aturdimiento se registraron en los rastros 2 y 1 con 29% y 25%, respectivamente. En el rastro 2, el 20% de los animales reculó o caminó hacia atrás y cerca del 25% dio la vuelta durante este manejo. Los porcentajes registrados en los tres manejos rebasan ampliamente lo observado por Dalmau et al. (2009) en un estudio similar en 10 rastros de España; donde el porcentaje más alto de animales que se detuvo durante el desembarque fue de 7.27% y el 18.69% dio la vuelta y regresó en el mismo manejo.

El manejo dentro del rastro involucra un ambiente nuevo para los cerdos, generándoles miedo, que es reflejado al detenerse de forma brusca o dar la vuelta para regresar (Dalmau et al., 2009). Otros factores que influyeron en estos comportamientos durante el desembarque y arreo, en los cinco rastros, fueron distractores sobre la rampa o pasillos, cambios de textura del suelo, juegos de luz y sombra (Fotos 47, 48 y 49), y la presencia de charcos o superficies que reflejaban la luz.



Fotos 47, 48 y 49. La falta de sombra en toda la longitud de la rampa y objetos sobre rampa y pasillos detienen el paso de los cerdos durante estos manejos.

Es importante que las instalaciones de los rastros estén correctamente diseñadas, teniendo en cuenta las características de los cerdos, para evitar contrastes y cambios bruscos de luz y de la superficie del suelo, ya que por su limitada capacidad visual pueden ser confundidas por los cerdos como cambios en el relieve del mismo (Dalmau et al., 2008), ocasionando que los animales se detengan a explorar los pisos (Fotos 50 y 51).



Fotos 50 y 51. El cambio de textura y tipo de suelo, así como presencia de charcos o reflejos de luz son factores que distraen a los animales.

**Cuadro 11. Porcentaje de animales que resbalan y caen durante su movilización al interior de los rastros evaluados.**

	Rastro 1	Rastro 2	Rastro 3	Rastro 4	Rastro 5
DESEMBARQUE	n= 216	n= 420	n= 760	n= 180	n=1083
Resbalan	<b>24.07</b>	5.95	2.89	5.0	1.02
Caen	1.85	4.05	1.71	<b>5.6</b>	1.2
ARREO A CORRAL	n= 231	n= 45	n= 49	n= 30	n= 329
Resbalan	4.33	4.44	10.2	0	<b>24.32</b>
Caen	1.73	2.22	6.12	0	<b>6.69</b>
ARREO A CAJÓN	n= 85	n= 121	n= 92	n= 200	n= 102
Resbalan	0	<b>9.92</b>	1.09	0.5	0
Caen	0	<b>8.26</b>	1.09	1	1.96

El Cuadro 11 muestra los resbalones y caídas de los cerdos durante su movilización en el desembarque y arreo a corral en los 5 rastros. Según lo considera T. Grandin, (1999), los rastros 1 y 5, presentaron un *serio problema* en estos manejos ya que más del 15% de animales resbalaron; mientras que los rastro 3 y 5 registraron un manejo *aceptable* durante el arreo a cajón y el desembarque con menos del 3% de animales que

resbalaron. En cuanto al porcentaje de caídas, los rastros 4, 3 y 2 presentaron *serio problema* al desembarque, arreo a corral y arreo a cajón, respectivamente (Grandin, 1999). El rastro 1, tuvo un manejo *excelente* durante el arreo a cajón con el 0% de resbalones y caídas al momento de la evaluación.

Los principales factores para la presencia de resbalones y caídas en los rastros evaluados radica en las instalaciones de cada uno, pues no todos cuentan con piso antiderrapante en los pasillos que conducen a corrales y a cajón de aturdimiento, así como procurar que estos permanezcan limpios y secos.

El Cuadro 12 muestra el porcentaje de golpes y gritos de los operarios y las vocalizaciones de los animales durante el manejo efectuado en la movilización de los cerdos en cada rastro. Se puede observar que el rastro 4, registró el mayor porcentaje de gritos y golpes sobre los animales en todos los manejos, siendo de hasta el 93% de animales golpeados durante el arreo a corral, utilizando tubos y cuerdas como arreadores, lo que es inaceptable en cualquier manejo, pues es indispensable evitar golpes, gritos y ruidos estridentes en todo momento, llevando a cabo los arreos lo más tranquilo posible (Spoolder & Waiblinger, 2009). En el resto de los rastros, los arreadores utilizados fueron sonajas, con botellas de plástico con piedras en su interior, o banderolas (Foto 52).

**Cuadro 12. Porcentaje de vocalización, golpes y gritos registrados durante la movilización en los rastros.**

	Rastro 1	Rastro 2	Rastro 3	Rastro 4	Rastro 5
<b>DESEMBARQUE</b>	n= 216	n= 420	n= 760	n= 180	n=1083
Vocalizan	<b>18.06</b>	6.43	5.13	8.3	4.52
Golpes	23.61	6.43	4.61	<b>27.2</b>	12.56
Gritos	4.63	2.38	0.79	<b>7.2</b>	0.65
<b>ARREO A CORRAL</b>	n= 231	n= 45	n= 49	n= 30	n= 329
Vocalizan	.	8.89	16.33	<b>23.3</b>	18.24
Golpes	.	22.22	16.33	<b>93.3</b>	31.31
Gritos	.	0	0	<b>20</b>	0
<b>ARREO A CAJÓN</b>	n= 85	n= 121	n= 92	n= 200	n= 102
Vocalizan	8.24	<b>34.71</b>	14.13	26	14.71
Golpes	5.88	29.71	3.26	<b>83</b>	12.75
Gritos	1.18	4.96	0	<b>11.5</b>	0



Foto 52. El uso de sonajas facilita el arreo de los animales.

Los niveles mas altos de ruido se registraron en el rastro 5 durante el desembarque, siendo de 144.4 dB, excediendo lo indicado por Spensley et al. (1995) al mencionar que ruidos novedosos entre 80 - 90 dB incrementan la frecuencia cardíaca de los cerdos; por lo que es indispensable que en los rastros se eviten ruidos estridentes, como los generados por camiones, puertas, gritos y chiflidos de los mismos operarios que a su vez favorecerán las vocalizaciones de los animales. Al disminuir el ruido se facilitará el manejo de los cerdos reduciendo el miedo al enfrentarse a algo novedoso como es la llegada al rastro. En los rastros 1, 2 y 4 existe un *problema serio* (Grandin 1999) al presentar más de 10% de vocalizaciones durante el desembarque, arreo a cajón y a corral, ya que la presencia de vocalizaciones es un indicador de falta de bienestar (Grandin 1999, 1997, 2001); así como un reflejo de una pobre relación humano-animal (Velarde & Dalmau, 2012).

Durante el arreo a cajón de aturdimiento en los rastros 2 y 4 se registraron altos porcentajes de golpes, gritos y vocalizaciones. Al tratarse de un punto crítico próximo a la matanza de los cerdos, que involucra la interacción humano-animal, y en el que se obliga a los animales avanzar rápidamente para mantener la velocidad de la cadena de aturdimiento lo que les genera mucho estrés, por lo que es imprescindible reducir el estrés facilitando el arreo, lo que se logra manejando grupos entre 6 y 10 animales (Barton-Gade et al., 1992), utilizando paneles, sonajas o banderas como arreadores. Para reducir la interacción humano-animal y facilitar su movilización el rastro 5 cuenta con paneles automáticos, los cuales guían los pequeños grupos de cerdos hacia la cámara de CO<sub>2</sub>, de modo que el operario solamente dirige a los cerdos del corral al

pasillo correspondiente (Fotos 53 y 54); se ha demostrado que el uso de estos paneles favorece la calidad de la carne (Franck et al., 2003).



Fotos 53 y 54. Cerdos en pasillo a cámara de CO<sub>2</sub> arreados por paneles automáticos.

Existen manejos inaceptables como el arreo con tubos y palos, el golpear y gritar a los animales por detenerse, generando ruidos estridentes para los cerdos y que representan serios problemas al evaluar el bienestar animal durante su manejo en estos rastros Tipo Inspección Federal en México; muchos de los cuales se pueden contrarrestar al diseñar apropiadamente las instalaciones, retirar y evitar todo tipo de distracciones, favoreciendo así el arreo de los cerdos.

Es de suma importancia la capacitación constante del personal encargado del manejo de los animales dentro de cada rastro, desde el chofer y operarios, quienes tienen que ser capacitados para que eviten en todo momento chillidos, gritos y golpes sobre los animales de manera que sean tratados con tranquilidad.

#### V.4. Aturdimiento y degüelle

En el Cuadro 13 se observan los datos del aturdimiento de 872 cerdos con los diferentes sistemas evaluados. Donde en el 3.9% de los animales aturdidos con el método eléctrico *sólo cabeza* tuvo que repetirse una o más ocasiones en el rastro 1 y un 2% en el rastro 4. Éste tipo de aturdimiento presentó los porcentajes más altos de cerdos en fase tónica y clónica al salir del cajón, con 64% y 45% en los mismos rastros, respectivamente.

**Cuadro 13. Porcentaje de los indicadores de evaluación del la efectividad de cada método de aturdimiento y promedio de tiempo entre aturdimiento y degüelle de los 5 rastros**

	Rastro 1 Eléctrico sólo cabeza n=155	Rastro 2 CO <sub>2</sub> n= 99	Rastro 3 Eléctrico cabeza - corazón n= 221	Rastro 4 Eléctrico sólo cabeza n= 257	Rastro 5 CO <sub>2</sub> n= 140
<b>Aturdimiento</b>					
Repeticiones	<b>3.9</b>	.	0	2	.
Fase tónica	<b>64</b>		52.5	54.8	.
Fase clónica	34		15.8	<b>45.1</b>	.
Sin fase	.	99	30.3	0	<b>100</b>
Reflejo corneal	.	<b>49</b>	23.5	2.7	0.14
Sensibilidad morro	.	0	0	0	0
Respiración rítmica	.	0	0	0.4	<b>0.71</b>
Vocalizan	.	0	0	<b>0.8</b>	0.71

El fracaso de la primera aplicación puede deberse a una mala colocación de los electrodos, falta de mantenimiento de los mismos, el tiempo que se dejan en la cabeza del animal o falla en la de corriente, lo que provoca dolor y sufrimiento a los cerdos (McKintry & Anil, 2003). Estos factores pueden disminuir o provocar la ausencia de la fase tónica, causando la presentación inmediata de convulsiones clónicas impidiendo al operario izar correctamente a los animales para el degüelle y completo desangrado,

comprometiendo su seguridad por el constante pataleo, además de reducir hasta 15 segundos (duración de la fase tónica) la inconsciencia de los cerdos y como consecuencia la repetición del aturdimiento en los diferentes rastros.

Aunque el sistema de aturdimiento eléctrico *cabeza-corazón* es un método irreversible, solamente el 30% de los cerdos aturridos en el rastro 3 salieron del cajón de aturdimiento completamente relajados y el 23.5% presentó reflejo corneal, superando los resultados de Vogel et al. (2010), quienes no encontraron indicadores de regresión de la conciencia con el mismo método de aturdimiento.

Para lograr un aturdimiento eficaz bajo el método eléctrico es importante asegurarse que el amperaje, voltaje, posición y tiempo que permanecen los electrodos en la cabeza del animal sean los correctos. El amperaje mínimo recomendado es de 1.3 y 250 V (Hoenderken 1982; Gregory 1988; Troeger & Woltersdorf 1989; Raj, 2008) por 5 a 7 segundos, colocando los electrodos en cada sien, es decir entre el ojo y la base de la oreja en cerdos de 110 – 120 kg (Fotos 55 y 56).



Fotos 55 y 56. Aturdimiento eléctrico *sólo cabeza*).

Los datos registrados en el rastro 3, resaltan la necesidad de supervisar el tiempo que permanecen colocados los electrodos en la cabeza y región cardíaca de los cerdos durante el aturdimiento eléctrico *cabeza-corazón*. Para el cual se recomienda la misma corriente aplicada que el aturdimiento *sólo cabeza* de 1.3 A y 250 V (Hoenderken 1982; Gregory 1988; Troeger & Woltersdorf 1989; Raj, 2008) por 1 o 2 segundos en cabeza y 3 a 5 segundos en corazón y cabeza simultáneamente (Raj, 2008).

El mayor porcentaje de animales con reflejo corneal positivo al salir del cajón fue de 49% en cerdos aturdidos en cámara de CO<sub>2</sub> en el rastro 2.

Pese a que el rastro 2 y 5 aturden con el mismo sistema, lo hacen a diferentes concentraciones; en el 2 a una concentración del 80% de CO<sub>2</sub> por 171 segundos, aproximadamente, mientras que el rastro 5 aturde a concentraciones de 89 al 90% con ciclos de 186 segundos; estos rastros difieren en los porcentajes de respuesta a la prueba de reflejo corneal, con el 49% en el rastro 2 y 0.14% en el 5. Porcentajes similares a los reportados por Dalmau et al. (2009), quienes tras aplicar el protocolo de Welfare Quality® en 10 rastros españoles con el mismo sistema de aturdimiento, dos plantas presentaron porcentajes por arriba del 50%, en siete rastros la respuesta al reflejo corneal fue superior al 3.3% y solamente un matadero registró 0% de reflejo corneal.

En el Cuadro 13 se observa que en el rastro 4 (eléctrico sólo cabeza) y el 5 (aturdimiento con CO<sub>2</sub>), el 0.4% y el 0.71% de los animales, presentaron respiración rítmica. Estos datos se encuentran por debajo de los resultados de Vogel et al. (2010), con 12.2% posterior al aturdimiento eléctrico *sólo cabeza*, y de lo reportado en 8 rastros españoles

con 1.7% y hasta 45% después del aturdimiento en cámara de CO<sub>2</sub> (Dalmau et al., 2010). Estos mismos rastros evaluados registraron el 0.8% y 0.71% de vocalizaciones posterior al aturdimiento eléctrico sólo *cabeza* y con CO<sub>2</sub>, respectivamente, siendo menores que los observados en 3 de 10 rastros españoles donde el 1.7% y 6.7% vocalizaron después del aturdimiento en cámara de CO<sub>2</sub> (Dalmau et al., 2010). En los rastros 1 y 4, se registró sensibilidad al degüello y en el riel; en el primero con porcentajes de 46% y 35% mientras que en el rastro 4 el 5% y 22.2% de los animales presentó sensibilidad al degüello y en el riel, respectivamente (Cuadro 14).

**Cuadro 14. Promedio de tiempo entre aturdimiento y degüelle y porcentaje de sensibilidad después del aturdimiento en los 5 rastros.**

	Rastro 1 Eléctrico sólo cabeza n=155	Rastro 2 CO <sub>2</sub> n= 99	Rastro 3 Eléctrico cabeza - corazón n= 221	Rastro 4 Eléctrico sólo cabeza n= 257	Rastro 5 CO <sub>2</sub> n= 140
<b>Degüelle</b>					
Promedio tiempo aturdimiento a degüelle (s)		<b>264 ±126</b>	4 ±2.20	32 ±17	82 ±44.22
Sensibilidad al corte	<b>46</b>	4.04	.	5.06	0
Sensibilidad en riel	<b>35</b>	0	.	22.18	0

En cuanto al desangrado, el Cuadro 14 muestra que solamente en el rastro 3, que utiliza el aturdimiento eléctrico *cabeza-corazón*, se realizó el degüelle en los primeros 15 segundos después del aturdimiento. En el resto de las plantas se rebasó este tiempo, siendo los más amplios en los rastros que realizan el aturdimiento en cámara de CO<sub>2</sub>, con 264 segundos (4 min) en el rastro 2 y 82 segundos en el rastro 5.

El tiempo promedio entre el aturdimiento y el degüelle en los rastros de cerdos evaluados es crítico; ya que para asegurar una muerte rápida, el desangrado debe ser completo y efectivo (Anil et al., 1997, 2000; Grandin, 2001). Para lograrlo es necesario cortar las arterias carótidas y seno de las cavas en los 15 segundos inmediatos al aturdimiento, de modo que los animales deben morir antes de recobrar la conciencia (Marchant-Forde & Marchant-Forde, 2009); ya que se ha demostrado que el tiempo en que los cerdos aturdidos correctamente bajo electroneurosis *solo cabeza*, recuperan la respiración rítmica en 37 segundos (Anil, 1991). De modo que al realizar un aturdimiento incompleto debido a los errores antes mencionados, existe el riesgo de broncoaspiración de sangre (Von Wenzlawowics & Von Holleben, 2007) (Figura 5), causando sufrimiento innecesario e inaceptable durante el desangrado.



Foto 57. El degüelle debe realizarse inmediatamente al salir del cajón de aturdimiento o de la cámara de CO<sub>2</sub>.

Por lo anterior, es de suma importancia mantener una capacitación permanente al personal del área de matanza en cuanto al tiempo y posición correcta de los electrodos, para lograr un aturdimiento efectivo que incluya por completo la fase tónica e

inmediatamente realizar el degüelle, al igual que al salir de la cámara de CO<sub>2</sub>, con el fin de disminuir el tiempo al degüelle, de lo contrario, además de comprometer el bienestar de los cerdos, perjudica la calidad de la carne por la falta de un desangrado eficaz.

## V.6. Lesiones en canal

En el Cuadro 15 se observa el porcentaje de lesiones por región de 653 canales evaluadas en los 5 rastros, de las cuales el 87.1% presentó una o más lesiones.

**Cuadro 15. Porcentaje de hematomas en las diferentes regiones de canales de cerdo en los 5 rastros TIF evaluados**

	<b>Totales</b> n= 653	Rastro 1 n= 120	Rastro 2 n= 103	Rastro 3 n= 111	Rastro 4 n= 201	Rastro 5 n= 118
Canales con hematomas	569	<b>97.5</b>	91.3	80.2	95.5	65.2
Hematomas por región						
Pierna	542	16.25	11.5	14.3	13.10	12.6
Lomo	206	3.9	4.7	7.7	7.5	10
Costillar	518	6.4	21.6	18.5	18.1	20.7
Espaldilla	790	9.7	<b>35.5</b>	<b>30.1</b>	26	<b>34.2</b>
Dorso	<b>1418</b>	<b>60.1</b>	24	29.3	<b>35.2</b>	22.5

El rastro en el que se presentó la mayor proporción de canales lesionadas fue el rastro 1, con más del 97%. Los porcentajes de canales con hematomas observadas en los 5 rastros superan los presentados por Dalmau et al. (2010) en 10 rastros españoles. El 65.2% de las canales con lesiones en el rastro 5 es similar a uno de los rastros en las observaciones de los autores españoles con 68.3%.

Las regiones de la canal con mayor número de lesiones en los 5 rastros fueron el dorso, pierna y espaldilla. En los rastros 1 y 4, el dorso presentó el mayor porcentaje de lesiones, seguido por la pierna y espaldilla en cada uno; mientras que en 2, 3 y 5, la región con mayor porcentaje de hematomas fue la espaldilla.

Los hematomas en las canales pueden tener diferentes orígenes, como peleas, arreo violento o uso excesivo de arreadores, así como mal diseño de las instalaciones, o las generadas durante el transporte hacia el rastro (Faucitano, 2000). Los daños por peleas suelen observarse con mayor frecuencia en el cuello y espaldilla (Fotos 58 y 59) que en la región media de la canal o en la pierna; las pisadas entre los mismos cerdos se aprecian en forma de dos comas (Faucitano, 2000) (Fotos 60 y 61), las cuales suelen presentarse cuando los cerdos permanecen en corrales con altas densidades, como se observó en el rastros 2 y por estancias de más de 4 h (Geverink et al., 1996).



Fotos 58 y 59. Lesiones ocasionadas por peleas en espaldilla y costillar.



Fotos 60 y 61. Pisadas en forma de comas, ocasionadas posiblemente durante transporte o estancia en corral.

Las lesiones en el dorso indican un uso excesivo de arreadores, los cuales derivan en lesiones lineales (Faucitano, 2000) (Fotos 62 y 63) como se registró en el rastro 4; los hematomas localizados en el dorso posterior pueden deberse en su mayoría a golpes con puertas de guillotina que se encuentran a la entrada del cajón de aturdimiento (Foto 64) (Grandin, 1999).

Mientras que las lesiones en pierna, pueden ocasionarse por resbalones y caídas durante el desembarque o arreos, así como en el transporte, al presentarse cambios repentinos de velocidad, al acelerar o frenar bruscamente (Méndez, 2013) (Foto 65).



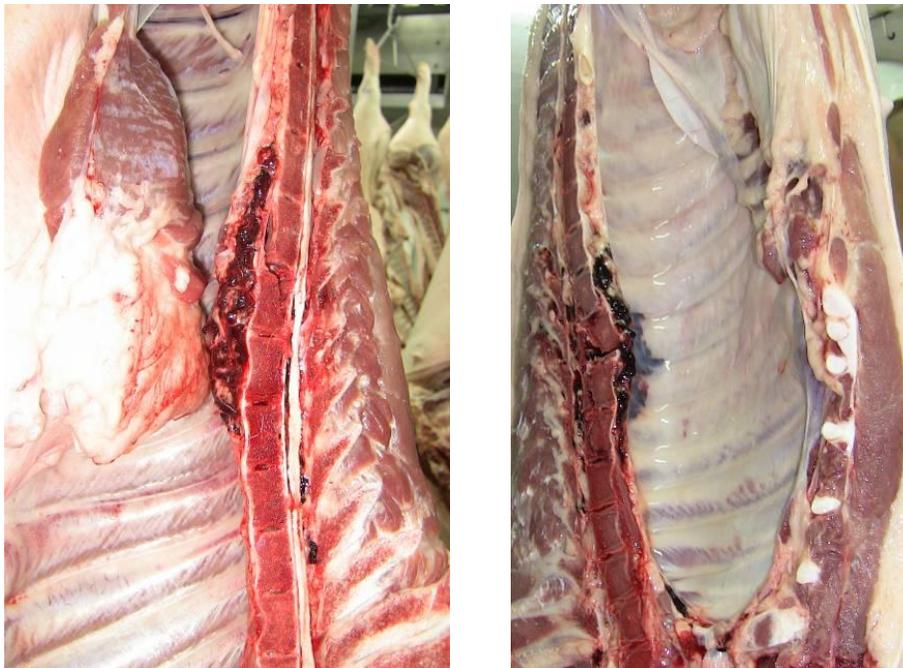
Fotos 62 y 63. Lesiones por mal uso excesivo de arreadores.



Foto 64. Hematoma por posible golpe con puerta de guillotina de pasillo hacia cajón o del cajón de aturdimiento.



Foto 65. Hematoma por posible luxación por caída.



Fotos 66 y 67. Fractura de vértebras por aturdimiento con alto voltaje.

Es de suma importancia disminuir el porcentaje de canales lesionadas en el manejo de los cerdos previo a su matanza en los rastros evaluados desde el embarque de los animales en las granjas de origen. Es imprescindible una capacitación constante a los operarios encargados de desembarcar a los animales, de quienes los arrean a corral y a cajón de aturdimiento, así como de los encargados del proceso de matanza; concientizando que se trata de seres vivos que sienten dolor y miedo al igual que el humano, por lo que es indispensable realizar el manejo dentro de los rastros lo más tranquilo posible. Sin embargo, las lesiones en las canales no sólo muestran las condiciones de manejo, sino las fallas existentes en el diseño de las instalaciones o modificaciones sencillas que deben tomar en cuenta el bienestar de los cerdos dentro de cada planta, como evitar separación entre pisos de rampa y camiones, así como pasillos con salientes o presencia de agujeros que pueden provocar resbalones y caídas.

## VI. CONCLUSIÓN

Este trabajo aporta un panorama de la situación del 25% de los cerdos que se matan para consumo en 5 rastros Tipo Inspección Federal; los cuales no son transportados en las mejores condiciones, pues no se cuenta con vehículos adecuados para ello, ya que carecen de un sistema de ventilación adecuada que minimice la acumulación del calor al interior de los camiones durante el transporte y tiempo de espera al desembarque, su diseño no permite mantener la limpieza durante el trayecto, favoreciendo la presencia de pisos resbalosos, debido a la acumulación de heces y orina. Las densidades durante el transporte deben disminuirse sobre todo en las “panzonas”, que al ser sobre cargadas, eleva la temperatura interna durante el transporte, además de impedir que todos los cerdos puedan permanecer echados simultáneamente para disipar el calor.

Es necesario reducir el tiempo de espera al desembarque; pues representa un factor determinante en el porcentaje de mortalidad, como se observó en el rastro 5, al tardar más de dos horas para desembarcar a los cerdos, observándose una tasa de mortalidad de 0.15%, debida probablemente al tiempo de ayuno de los animales, falta de agua en una región de clima caluroso húmedo, aunado al incremento de temperatura al interior de los vehículos y la falta de capacidad de los cerdos de disipar el calor.

Las rampas deben ser diseñadas considerando el bienestar de los cerdos, evitando paredes descubiertas y de colores neutros, que impidan el reflejo de la luz que pueda deslumbrar la visión de los animales. Las rampas de los rastros 2 y 3, cuentan con diseño considerando el comportamiento de los cerdos al lograr el ajuste con los pisos y paredes de los camiones con entrada de embudo, así como un descenso tranquilo y

seguro por los animales al contar con escalones; sin embargo, su piso de madera, favorece la presencia de resbalones y caídas al acumularse heces y orina.

El flujo de los cerdos al descender del camión o durante cualquier arreo se puede agilizar evitando ruidos estridentes como gritos, chillidos y los generados por equipo dentro de los rastros; así como al eliminar cualquier distractor que represente algo novedoso para los cerdos; de lo contrario detendrán su paso, retrasando al resto del grupo durante cada manejo. El porcentaje de cerdos que se detienen durante el desembarque en el rastro 5, se debió principalmente a los cambios en la textura del piso y juegos de luz y sombra en diferentes áreas de la rampa, ocasionando que los animales detuvieran su paso; sin embargo, fue un manejo tranquilo al presentar el menor porcentaje de vocalizaciones y gritos sobre los animales. Mientras que el rastro 4 registró el menor índice de cerdos que recularon o caminaron hacia atrás, pero fue en el que se observó el mayor número golpes durante el desembarque y altos porcentajes de vocalizaciones, golpes y gritos al arrea a corral. En este rastro el desembarque y arreo a cajón se realiza con palos, tubos y cuerdas, lo que es inaceptable en cualquier manejo.

Pese a las altas densidades registradas en los rastros 2 y 5, el primero de estos además de los bebederos de chupón ubicados a las orillas de los corrales, cuenta con bebederos colgantes al centro de cada uno, permitiendo que los cerdos alojados al centro tengan acceso al agua y evitando la presencia de lesiones en los costados ocasionados por los mismos bebederos. Los rastros de las regiones más calurosas (2, 3 y 5) poseen sistema de ventilación y duchas en corrales, permitiendo refrescar a los animales durante el tiempo que permanecen alojados, el cual no debe rebasar las 3 h de estancia, para evitar la presencia de peleas.

Los porcentajes de animales que se detienen, reculan y dan la vuelta durante el arreo a cajón de aturdimiento desencadena a su vez la presencia de golpes, gritos y vocalizaciones. En el rastro 2 estos índices se debieron a la presencia de charcos e imperfecciones del piso de los pasillos que dirigen hacia la cámara de CO<sub>2</sub>. El arreo al cajón de aturdimiento o cámara de CO<sub>2</sub> puede mejorar al evitar la presencia de estos distractores que representan inseguridad ante la visión de los cerdos.

Para lograr un aturdimiento eficaz bajo el método eléctrico es indispensable el mantenimiento del equipo y asegurarse que el amperaje, voltaje, posición y tiempo de contacto de los electrodos en la cabeza y corazón, en su caso, sean los correctos; ya que únicamente el 64% y 54% de los cerdos en los rastros 1 y 4, que utilizan aturdimiento eléctrico *sólo cabeza*, salió del cajón en fase tónica, en el resto de los animales se dificultó el izado y degüelle por el pataleo involuntario presente en la fase clónica, comprometiendo también la seguridad del operario. El mayor porcentaje de reflejo corneal positivo se registró en el rastro 2 con 49% de respuesta después del aturdimiento en cámara de CO<sub>2</sub>, con ciclos son de 171 segundos a 80% de concentración, comparado con el 0.14% del rastro 5 a concentraciones del 89-90% en ciclos de 186 segundos; por lo que es importante ajustar el tiempo de exposición y concentración del gas. Sin embargo este método es cuestionable, al comprometer seriamente el bienestar de los animales, ya que el gas es altamente irritante y los animales logran la inconciencia hasta los 19 segundos de exposición al gas.

En cuanto al desangrado, solamente el rastro 3, que realiza el aturdimiento eléctrico *cabeza-corazón*, realizó el degüelle en los primeros 15 segundos después del aturdimiento. El tiempo promedio en el resto de las plantas rebasó ampliamente este

periodo, sobre todo en los rastros 2 y 5 que realizan el aturdimiento en cámara de CO<sub>2</sub>. En el rastro 1, donde el 34% de los cerdos sale de cajón en fase clónica se registraron los mayores porcentajes de sensibilidad al degüelle y sensibilidad en riel; planta que necesita estricta supervisión en el área de aturdimiento, ya que los animales caen del riel una vez izados.

Las regiones más afectadas de las canales en los 5 rastros evaluados fueron el dorso, espaldilla y pierna. En el 1 y 4, el dorso presentó más hematomas que el resto de las regiones; rastros donde se registró la mayor cantidad de golpes durante el desembarque, arreo a corral y a cajón de aturdimiento. Mientras que en los rastros 2 y 5, que tuvieron altas densidades en corrales de espera, la espaldilla fue la región más dañada. Si bien las lesiones en la canal pueden tener diferentes orígenes, son indicadores de procesos que han comprometido el bienestar de los animales y cuestionan la calidad ética del producto. Por lo que es necesario implementar la constante capacitación del personal a cargo de cada proceso en que son sometidos los animales de abasto, garantizando el manejo y trato adecuado de los animales que formarán parte de la alimentación mexicana.

## ANEXO I

**Promedios, desviación estándar y porcentaje de los Puntos Críticos e Instalaciones de los 5 rastros Tipo Inspección Federal evaluados.**

	n	x $\bar{}$	SD	%
<b>TRANSPORTE</b>				
Distancia (km)	21	200.19	125.95	
Tiempo recorrido (min)	21	168.75	90.88	
Temp. Ambiental (°C)	21	27.02	7.05	
Humedad Relativa (%)	21	50.73	30.1	
Tiempo de espera para desembarque (min)	21	74	57.3	
<b>CAMIONES</b>				
Animales transportados/camión	21	145	45	
Densidad (m <sup>2</sup> /cerdo)	21	0.63	0.43	
Temp. Interna (°C)	21	41.6	16.4	
Humedad Relativa Interna (%)	21	46.8	40.8	
<b>INSTALACIONES</b>				
Pared rampas	7	Sólida		
Inclinación rampa (grados)	7			
Primer nivel (grados)	7	-0.9	5.24	
Segundo nivel (grados)	7	8.17	4.73	
Tercer nivel (grados)	7	13.45	7.38	
<b>DESEMBARQUE</b>				
Animales	2659	102	60	
Animales muertos	5	0.21	0.41	0.19
Animales que reculan	72	2.77	3.57	2.71
Animales que se detienen	366	14.07	12.37	13.76
Animales que dan la vuelta	115	4.42	4.59	4.32
Animales que resbalan	119	4.57	8.79	4.48
Animales que caen	57	2.19	2.8	2.14
Animales que vocalizan	172	6.88	6.39	6.47
Golpes	298	11.92	10.61	11.21
Gritos	46	1.84	2.72	1.73
Nivel de Ruido (dB)	14	90.9	46.4	
<b>ARREO A CORRAL</b>				
Animales	684	20	23	
Animales que reculan	35	1	1.88	5.12
Animales que se detienen	91	2.6	3.63	13.3

Animales que dan la vuelta	40	1.14	1.57	5.84
Animales que resbalan	97	2.77	3.38	14.18
Animales que caen	30	0.86	1.46	4.39
Animales que vocalizan	79	2.82	3.15	11.55
Golpes	149	4.81	5.9	21.78
Gritos	6	0.19	0.71	0.88
<b>ARREO A CAJÓN</b>	49			
Animales	600	12	10	
Animales que reculan	43	0.93	1.48	7.16
Animales que se detienen	85	1.73	1.91	14.16
Animales que dan la vuelta	85	1.73	1.91	14.16
Animales que resbalan	14	0.28	0.7	2.33
Animales que caen	15	0.3	0.71	2.5
Animales que vocalizan	129	2.63	3.45	21.5
Golpes	223	4.55	10.02	37.16
Gritos	30	0.61	1.88	5
<b>ATURDIMIENTO</b>				
Animales	872			
Repeticiones	11	3	6.3	1.26
Fase Tónica	357	119	120.5	40.94
Fase Clónica	204	68	89.2	23.39
Sin Fase	306	102	123.3	35.09
Reflejo Corneal	87	29	20.9	9.98
Sensibilidad trompa	0	0	0	0
Respiración Rítmica	2	0.6	0.6	0
Vocalizan	3	1	1	0.34
<b>DEGUELLE</b>				
Sensibilidad al corte	89	44.5	57.28	10.21
Sensibilidad en riel	112	56	79.2	12.84
<b>CANALES</b>	653			
Con lesiones	569	113.8	46.1	87.1
Sin lesiones	84	16.8	15.2	12.9
Hematomas en regiones	3474			
Pierna	542	97	81	
Lomo	206	41	36	
Costillar	518	104	88	
Espaldilla	790	158	125	
Dorso	1418	283	291.4	

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aaslyng M.D., Blaabjerg L.O., Brant P. 2012. Documentation of animal welfare of pigs on the day of slaughter. 58<sup>th</sup> International Congress of Meat Science and technology, 12-17<sup>th</sup> August 2012, Montreal, Canada.
- Alonso P. 2003. Costos de producción en la porcicultura Mexicana en un marco de apertura comercial. *Porc. Ent.*; 5: 26-30.
- Álvarez D., Garrido M.D., Bañón S., Laencina J. 2005. Bienestar animal y calidad de la canal porcina según el sistema de aturdimiento. *An. Vet. (Murcia)* 21: 77-95.
- Anil. M.L. 1991. Studies on the return of Physical Reflexes in pigs following electrical stunning. *Meat Science* 30: 13-21.
- Anil M.H., MacKinstry J.L. 1993. An abattoir survey of pig stunning and slaughter in England and Wales. MAFF Reprt.
- Anil M.H., McKinstry J.L., Wotton S.B. 1997. Electrical stunning and slaughter of pigs- Guidelines for good welfare assurance. *Fleishwirtschaft*. 77:473-476.
- Anil M.H., Whittington P.E., McKinstry J.L. 2000. The effect of stoking method on the welfare slaughter pigs. *Meat Science*. 55:315-319.
- Barton-Gade P., Blaabjerg L.O., Christensen L. 1992. New lairage system for slaughter pigs: effect on behavior and quality characteristics. On Proceedings of the 38<sup>th</sup> International Congress of Meat Science and Technology. Clermont-Ferrand, France 161-164.
- Becerril H.M., Mota R. D., Guerrero L.I., Schunemann A., Lemus D.C., Gonzalez L.M., Ramírez N.R., Alonso S. M. 2009. Relevant aspects of swine welfare in transit. *Veterinaria México* 40(3):315-329.
- Blackshaw J.K. Pigs. Vision and other special senses. En *Notes on Some Topics in Applied Animal Behaviour*. 3er edition, 1986. Pags 24-28.
- Blokhuis H.J., Keeling L.J., Gaviennelli A., Serratosa J. 2008. Animal welfare's impact on the food chain. *Trend Food Science & Technology*, 19:S79-S87.
- Bonacic, C. 2002. Introducción al estudio y evaluación del bienestar animal. Santiago, Chile.
- Bowker B.C., Grant A.I., Forrest J.C., Gerrad D.E., 2000. Muscle metabolism and PSE pork. *Journal of Animal Science*. 79:1-8.

- Bradshaw R.H., Parrot R.F., Forsling M.L. Goode J.A., Lloyd N.M., Rodway R. 1996. Stress and travel sickness in pigs: effects of road transport on plasma concentrations of cortisol, beta-endorphin and lysine vasopressin. *Journal Animal Science*. 63:507-516.
- Brench C., Schaefer A.I., Faucitano L. 2008. The welfare of pigs during transport. In L. Faucitano, & A.L. Schaefer (Eds.). *The welfare of pigs –from birth to slaughter*. First published, 2008. Wageningen, Academic Publishers, The Netherlands & Éditions Quae, Versailles, France (pp. 161 – 195).
- Broom D. 1986. Indicators of poor welfare. *Br Vet J.*, 142:524-526
- Broom D.M. 2007. Welfare in relation to feelings, stress and health. *REDVET Revista Electronica de Veterinaria*. 3 (12B) Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n1212078.html>.
- CCPA, 1998. Instalaciones y ambiente para los animales domésticos. Capítulo IV en Manual Vol.1.
- CFIA (2006-2010). Red meat condemnation report by species-Hogs. : Canadian food Inspection Agency <http://www3.agr.gc.ca/apps/aims-simia/rp/index-eng.cfm?menupos=1.02.08&ACTION=pR&LANG=EN&R=134&PDCTC=>. Accessed Nov. 2011.
- Chapinal; Dalmau; Fàbrega; Manteca; Ruiz de la Torre; Velarde. 2006. Bienestar del lechón en la fase de cebo. *Avances en Tecnología Porcina* 3(5): 40-50.
- Chevillon P. 2000. Pig welfare during preslaughter and stunning. *Proceeding of the 1<sup>st</sup> international virtual conference on meat quality*. Concordia, Brazil:Embrapa, 145-158.
- Coleman G., McGregor M., Hemsworth P.H., Boyce J., Dowling S. 2003. The relationship between beliefs, attitudes and observed behavior of abattoir personnel in the pig industry. *Applied Animal Behaviour Science* 82:189-200.
- Compendio Estadístico 2012 de la Industria Cárnica Mexicana. Consejo Mexicano de la Carne. <http://infocarne.comecarne.org/>
- Cortés T.G.F., Mora. F.J.S., García M.R., Ramírez V.G. 2012. Study of pork consumption in the metropolitan area of the Valley of Mexico. *Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo*. 20(40): 335-357.

- Curtis E., Edwards A., Gonyou W. 2001. Ethology and Psychology. In: Pond J., Mersmann J. (eds) Biology of the Domestic Pig. New York: Cornell University Press, 41-78.
- D' Eath R.B., Turner S.P. 2008. The Natural behavior of the pig. En The Welfare of the pigs. First Published. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands & Éditions Quae, Versailles, France. Pp 13-40
- Dalmau A.; Llonch P.; Velarde A. 2008. Visión y manejo del cerdo. En [http://www.3tres3.com/los-expertos-opinan/vision-y-manejo-del-cerdo\\_2477/](http://www.3tres3.com/los-expertos-opinan/vision-y-manejo-del-cerdo_2477/) consultado en Mayo 2014.
- Dalmau A., Fàbrega E., Velarde A. 2009. Fear assessment in pigs exposed to a novel object test. Applied Animal Behaviour Science. 117: 173-180.
- Dalmau A., Temple D., Rodríguez P., Llonch P., Velarde A. 2009. Application of the Welfare Quality® protocol at pig slaughterhouses. Animal Welfare. 18:497-505.
- dalla Costa, O. A., L. Faucitano, A. Coldebella, J. V. Peloso, D. dalla Rosa, M.J.R. Paranhos da Costa. 2007. Effects of season of the year, truck type and location on truck on skin bruises and meat quality in pigs. Livestock Science 107:29-36.
- Dawkins M.S. 1980. Animal suffering. Londres, U.K.: Chapman & Hall.
- Directiva 74/577/CEE del Consejo en El Bienestar Animal en la Legislación de la Unión Europea y a la Escala Internacional. En la institucionalización del Bienestar Animal, un requisito para su desarrollo Normativo, Científico y Productivo. Santiago de Chile, 11-12 de noviembre de 2004. Universidad de Talca. Comisión Europea. pp:11-12.
- Dyce K.M. Sack W.O., Wensing C.J.G. 2010. Cabeza y cuello del cerdo. En Dyce K.M. Sack W.O., Wensing C.J.G. Anatomía Veterinaria, McGraw Hill Interamericana. pp 855-868.
- Establecimientos Tipo Inspección Federal. En <http://www.senasica.gob.mx/?id=743>
- Estol, L., 2006. Bienestar Animal, una clara responsabilidad. Brangus, Bs. As. 28(52):64:66.
- Fàbrega E., Velarde A., Diestre A. 2003. El bienestar animal durante el transporte y sacrificio como criterio de calidad. IRTA, Centro de Tecnología de Carne, Monells [http://www.irta.es/xarxatem/diestre\\_cas.hym](http://www.irta.es/xarxatem/diestre_cas.hym) [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

- Faucitano L., Marquardt L., Oliveira M.S., Coelho H.S., Terra N.N. 1998. The effect of two handling and slaughter systems on skin damage, meat acidification and colour in pigs. *Meat Science* 50:13-19.
- Faucitano L., Geverink N.A., Effects of preslaughter handling on stress response and meat quality in pigs. In L. Faucitano, & A.L. Schaefer (Eds.). *The welfare of pigs –from birth to slaughter*. First published, 2008. Wageningen, Academic Publishers, The Netherlands & Éditions Quae, Versailles, France (pp. 197-224).
- Faucitano L. 2013. Causes, effects of pig stress during transportation. *Pig progress*. 29(6): 8-10.
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA), 2011. *Panorama Agropecuario*. Carne de Porcino 2010-2011.
- Financiera Rural, Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial, Dirección ejecutiva de Análisis Sectorial 2012. *Monografía del ganado porcino*.
- Fletcher O., Creekmore E., Smith S., Netles F. 1990. A field trial to determine the feasibility of delivering oral vaccines to wild swine. *Journal of Wildlife Diseases* 26: 502-510.
- Franck M., Figwer P., Jossel A., Poirel M., Khazzaka A., Pasteur X. (2003) Incidence of preslaughter stress on meat quality of non sensible pigs. *Revue De Medecine Veterinaire* (154) 199-204.
- Fraser A.F.: Broom D. M. The welfare of pigs. En *Domestic animal behavior*. 4<sup>th</sup> edition; pp.272-280.
- FSIS. 2010. Market swine condemned ante-mortem for deads at USDA inspected packing plants in 2010. *Food Safety and Inspection Service, Freedom of Information Act Case 10-148*.
- Gallo C. 1994. Efecto del manejo pre y post faenamamiento en la calidad de la carne. *Serie Simposios y Compendios de la Sociedad Chilena de Producción Animal (SOCHIPA A.G.)* 2: 27-47.
- Gallo C., Espinosa M., Sanhueza C., Gasic J. 2001. Effects of trailer transportations during 36 hours with and without rest, on the live weight and some carcass traits bovines. *Archivos de Medicina Veterinaria*. 33(1):43-53.
- Gallo C, Lizondo G, Knowles TG. 2003. Effects of journey and lairage time on steers transportes to slaughter in Chile. *Vet Rec*; 152:361-364.

- Gallo C., Tadich N., 2005. Transporte terrestre de bovinos: Efectos sobre el bienestar animal y la calidad de la carne. En [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar).
- Geverink N.A., Engel B., Lambooj E. Wiegant V.M. 1996. Observations on behavior and skin damage of slaughter pigs and treatment during lairage. *Applied Animal Behaviour Science*. 50:1-13.
- Grandin T. 1990. Design of loading facilities and holding pens. *Applied Animal Behaviour Science*, 28:187-201.
- Grandin T. 1997. Assessment of stress during handling and transport. *Journal Animal Science*, 75: 249-257.
- Grandin T., 1999. Safe handling of large animals. *Occupational Medicine: State of the Art Reviews* 14:195-212.
- Grandin T. 2001. Solving return to sensibility problems after electric stunning in commercial pork slaughter plants. *Journal of American Veterinary Medical Association*. 221:1258-1261.
- Gregory N.G. 1988. Humane slaughter. *Proceeding of the 34<sup>th</sup> International Congress of Meat Science and Technology*. CSIRO, Brisbane, Australia.
- Gregory N.G., Mohan Raj A.B., Audsley A.R., Daly C.C. 1990. Effect of CO<sub>2</sub> on man. *Fleischwirtschaft*. 70:1173-1174.
- Gregory N.G. 1994. Preslaughter handling, stunning and slaughter. *Meat Science* 36:45-56.
- Gregory N.G. 1998. *Animal welfare and meat science*. London: CAB International (International Financing Corporation 82006). Good Practice note. Animal welfare in livestock operations.
- Gregory N.G. 2008. Animal welfare at markets and during transport and slaughter. *Meat Science* 80(1):2-11.
- Guàrdia M.D., Estany J., Balash S., Oliver M.A., Gispert M., & Diestre A. 2004. Risk assessment of PSE condition due to pre-slaughter and RYR1 gene in pigs. *Meat Science*, 67: 471-478.
- Haley C., Dewey C.E., Widowski T., Poljak Z., & Friendship R. 2008. Factors associated with in-transit losses of market hogs in Ontario in 2001. *Canadian Journal of Veterinary Research*. 72:377-384.

- Hambrecht E., Eissen J.J., Newman D.J., Smits C.H.M., Den Hartog L.A., Verstegen M.W.A. 2005. Negative effects of stress immediately before slaughter on pork quality are aggravated by suboptimal transport and lairage conditions. *Journal Animal Science*. 83: 440-448.
- Heffner S. 1990. Heffner E. Hearing in domestic pigs (*Sus scrofa*) and goats (*Capra hircus*). *Hearing Research*. 48:231-240.
- Honkavaara M. 1989. Influence of selection phase, fasting and transport on porcine stress and on the development of PSE pork. *Journal of Agricultural Science in Finland*, (61):415-423.
- Horgan R. 2007. Legislación de la UE sobre bienestar animal: situación actual y perspectivas. Comisión Europea, Dirección General de Sanidad y Protección de los Consumidores, Unidad D2 Salud y Bienestar de los Animales, Rue Froissart, 101 – B-1049 Bruselas.
- Hoenderken R. 1983. Electrical and carbon dioxide stunning of pigs for slaughter. En: Eikelenboom G. *Stunning of animals for slaughter*. Boston: Martinus Nijhoff Publishers, 59-63.
- Hughes B.O. 1976. Behaviour as an index of welfare. *Proc Vth europ Poultry Cof*, Malta; 1005-1018.
- Kittawornrat A., Zimmerman J. 2010. Toward a better understanding of pig behavior and pig welfare. *Animal Health Reserch Reviews*: 1-8.
- Kusina N.T., Sachikonye S., Kusina J., Ndiweni P., Waran N. 2003. Efficacy of on farm treatment, transport and lairage times on bruising in slaughter pigs in Zimbabwe. *Pig Journal*; 52:91-97.
- Lee C.Y. Kim D.H. Woo J.H. 2004. Effects of stocking density and transportation time of market pigs on their behavior, plasma concentrations of glucose and stress-associated enzymes and carcass quality. *Asian-Australas Journal Animal Science*; 17:116-121.
- Leyva G. I.A., Figueroa S. F., Sánchez L.E., Pérez L. C., Barreras S. A. 2012. Economic impact of DFD in a Federal Inspection Type (TIF) Slaughterhouse. *Archivos de Medicina Veterinaria* 44: 39-42.
- Long V.P., Tarrant P.V., 1990. The effect of pre-slaughter showering and post-slaughter rapid chilling on meat quality in intact pork sides. *Meat Science*, 27: 181-195.

- Ludtke Ch.B., Panim C.J., Danin T., Barbalho C.P., Andrade V.J., Dalla C.O. Humane slaughter of pigs. World Society for the Protection of Animals. Diplomado Módulo 4. Rio de Janeiro, 2010.
- Manteca X., Velarde A., Jones B. 2009. Animal Welfare components. In F. Smulders, Algers B (Eds.) Welfare of production animals: Assessment and management of risk (pp. 67-77) The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- Marchant-Forde J.N., Marchant-Forde R. 2009. Welfare of pigs during Transport and Slaughter. En The Welfare of pigs. Edited by Marchant-Forde J.N. Springer ed. USDA. 301-330.
- McGlone J., Morrow L. 1988. Reduction of pig agonistic behavior by androstenone. Journal of Animal Science 66:880-884.
- McKinsstry J.L., Anil M.H. 2003. The effect of repeat application of electrical stunning on the welfare of pigs. Meat Science 67. 121-128.
- Méndez M.R.D., Schunneman A., Rubio L.M.S., Braña V.D. 2013. Manual de bienestar animal para operarios de matanza de cerdos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UNAM. CENTRO Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal-INIFAP.
- Miranda G.C., Rivero L., Chacón G., García-Belenguer S., Villaroel M., María G.A. 2010. Effect of the pre-slaughter logistic chain on some indicators of welfare in lambs. Livest Sci 128, 52-59.
- Kusina, N.T., Sachikonye, Kusina, J. 2003. Effect of on farm treatment, transport and lairage times on bruising in slaughter pigs on Zaire. Pig Journal 57:91-99.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2007 Buenas Prácticas para la Industria de la Carne. Manual. Roma, Italia.
- Organización Mundial de Sanidad Animal. 2010. Código Sanitario para los Animales Terrestres en <http://www.oie.int/es/bienestar-animal/temas-principales/>
- Pérez M.P., Palacio J., Santolaria M.P., Aceña M.C., Chacón G., Gascón M. Calvo J.H., Zaragoza P., Beltran J.A., García-Belenguer S. 2002. Effect of transport time on welfare and meat quality in pigs. Meat Science 61: 425-433.

- Perremans S., Randall J.M., Allegaert L., Stiles M.A., Rombouts G., Geers R. 1998. Influence of supplement magnesium, tryptophan, vitamin C and vitamin E on stress responses of pigs to vibration. *Journal Animal Science*; 76:416-420.
- Pilcher C.M., Ellis M., Rojo-Gómez A., Curtis S.E., Wolter B.F., Peterson C. 2011. Effects of floor space during transport and journey time on indicators of stress and transport losses of market-weight pigs. *Journal of Animal Science*, 89: 3809-3818.
- Quiroga T.G., García S.J.L. 1994. Manual para la instalación del pequeño matadero modular de la FAO, Italia.
- Raj M. 2008. Welfare of pigs during stunning and slaughter. In L. Faucitano, & A.L. Schaefer (Eds.). *The welfare of pigs –from birth to slaughter*. First published, 2008. Wageningen, Academic Publishers, The Netherlands & Éditions Quae, Versailles, France (pp. 225-242).
- Randall J.M. 1993. Environmental parameters necessary to define comfort for pigs, cattle and sheep in livestock transporters. *Animal Production*, 57: 299-307.
- Ritter, M.J., Ellis M., Brinkmann J., DeDecker J., Keffaber K.K., Kocher M.E. 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 and losses. *Journal of Animal Science*, 84: 2856-2864.
- Ritter M.J., Ellis M., Bertelsen R., Bowman R., Brinkman J., DeDecker M., Keffaber K.K., Murphy C.M., Peterson B.A., Schlipf J.M., Wolter B.F. 2007. Effects of distance moved during loading and floor space on the trailer during transport on losses of market weight pigs on arrival at the packing plant. *Journal of Animal Science*, 85: 3545-3461.
- Roe E., Buller H. Marketing farm animal welfare. Welfare Quality factsheet. Wageningen, NL: Welfare Quality (<http://www.welfarequality.net/everyone/41858/5/0/22>).
- Salmi B., Trefa L., Bungler L., Doeschl-Wilson A., Bidanel J.P., Terlouw C. 2011. Bayesian meta-analysis of the effects of fasting, transport and lairage times on four attributes of pork meat quality. *Meat Science* 90(3): 584-598.
- Silva JR., Tomic G., Caviaras E., Mansilla A., Oviedo P. 2005. Estudio de la incidencia del reposo antemortem en cerdos y la influencia en el pH, capacidad de retención de agua y color de músculo. *Ciencia e Investigación Agraria*. 32(2):125-132.

- Schwartzkopf-Genswein K.S., Faucitano L., Dadgar P., González L.A., Crowe T.G. 2012. Road transport of cattle, swine and poultry in North America and its impact on animal welfare, carcass and meat quality. *Meat Science* 92: 227-243.
- Schwartzkopf-Genswein K.S., Faucitano L., Dadgar S., Shand P., González L.A., Crowe T.G. 2012. Road transport of cattle, swine and poultry in North America and its impact on animal welfare, carcass and meat quality: A review. *Meat Science* 98:227-243.
- Spriner N., Brunori J. 2002 Transporte de cerdos al mercado: Recomendaciones para disminuir las pérdidas de cerdos por el manejo de la carga y el transporte. E.E.A.INTA.
- Spoolder H.A.M.; Waiblinger S. 2009. Pigs and humans, In Marchant-Forde (ed.) *The Welfare of Pigs*. Springer Science+Business Media C.V. Netherlands; pp. 211-236
- Støiler S., Aasling M.D., Olsen E.B., Henckel P. 2001. The effect of stress during lairage and stunning on muscle metabolism and drip loss in Danish pork. *Meat Science* 59:127-131.
- Talling H., Miura A., Tanaka T., Yoshimoto T. 1996. Behavioral responses of piglets to darkness and shadows. *Applied Animal Behaviour Science* 48:187-201.
- Troeger K., Woltersdorf W. 1989. Measuring stress in pigs during slaughter. *Fleischwirtschaft*, 69 (3): 373-376.
- Van Putten G., Elshof W.J. 1978. Observations on the effect of transport on the well being and lean quality slaughter pigs. *Anim. Regui. Stud.*, 1:247-271.
- Velarde A., Dalmau A. 2012. Animal welfare assessment at slaughter in Europe: Moving from inputs to outputs. *Meat Science* 92:244-251.
- Velarde A., Gispert M., Faucitano L., Manteca X., Diestre A. 2000a. Survey of the efficiency of stunning procedures carried out in Spanish pig abattoirs. *The Veterinary Record*. 146: 65-68.
- Velarde A., Gispert M., Faucitano L., Manteca X., Diestre A. 2000b. The effect of stunning method on the incidence of PSE meat and haemorrhages in pork carcasses. *Meat Science*. 55:309-314.
- Von Borell E., Schfer D. 2005. Legal requirements and assessment of stress and welfare during transportation and pre-slaughter handling of pigs. *Livestock Production Science*. 97:81-87.

- Vogel K.D., Badtram G., Claus J.R., Grandin T., Turpin S., Weyker R.E., Vooged E. 2010. Head-only followed by cardiac arrest electrical stunning is an effective alternative to head-only stunning in pigs. *Journal Animal Science*. 89:1412-1418.
- Warris P.D., Brown S.J., Adams M. 1994. Relationships between subjective and objective assessment of stress at slaughter and meat quality in pigs. *Meat Science* 38: 329-340.
- Warris P.D. 1998. Choosing appropriate space allowances for slaughter pigs transported by road: A review. *Veterinary Record*. 142: 448-454.
- Warris PD. 2000. The effects of live animal handling of carcass and meat quality. *Meat Science an introductory text*. Londres: CABI Publishing, pp.131-155.
- Welfare Quality® Hacia un sistema de evaluación Welfare Quality en [www.welfarequality.net](http://www.welfarequality.net)