

Bienestar del cerdo previo a su muerte

Fuente: Marcelino Becerril Herrera; Daniel Mota Rojas; Isabel Guerrero-Legarreta; Dan Jafhet Bolaños López. Extraído de www.porcicultura.com.

Dr. Marcelino Becerril Herrera (†). En la memoria de un gran investigador y docente de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). Co-autor del libro Bienestar Animal, Editorial Elsevier-España. Publicó más de 40 artículos en el área de Ciencias Veterinarias en revistas de gran prestigio internacional e indizadas al JCR del ISI y Scopus. LO RECORDAMOS COMO UN ENTRAÑABLE AMIGO Y SER HUMANO.

Dr. Daniel Mota Rojas. Editor en Jefe del Libro Bienestar Animal, una visión global en Iberoamérica. Editorial ELSEVIER-España. Neurofisiología del Estrés y Bienestar de los Animales de Granja. DPAA. Universidad Autónoma Metropolitana, (UAM), Ciudad de México. dmota100@yahoo.com.mx

Dra. Isabel Guerrero-Legarreta. Co-autora del libro Bienesta Animal. Editorial Elsevier-España. Profesora distinguida Universidad Autónoma Metropolitana (UAM-I). Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana-Campus Iztapalapa. México. Línea de investigación: Bienestar animal y ciencia de la carne.

Dr. Dan Jafhet Bolaños López. Egresado del Programa de Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), México. Con especialidad en métodos de aturdimiento y respuestas fisiometabólicas.



INTRODUCCIÓN

Entre aquellos factores ante-mortem con capacidad para alterar el bienestar animal y poner en compromiso la calidad de la carne y sus productos derivados, se encuentran el transporte, el ayuno previo al sacrificio y la duración del mismo. Es ampliamente reconocido que alimentar a los animales en las horas inmediatas al sacrificio lleva implícito un considerable aumento de efectos indeseables asociados con un incremento del estrés y del comportamiento agresivo que reflejan alteraciones tanto en el bienestar animal como en los niveles de algunas variables sanguíneas, afectando en último término la calidad de la carne (Mota-Rojas et al., 2010, 2011; Huertas-Canén, 2010). La aplicación racional en las granjas porcinas de la retirada del alimento permite garantizar unas condiciones de bienestar en los animales durante las fases posteriores de carga, transporte, descarga, estabulación y manejo pre-sacrificio, necesarias para reducir los niveles de estrés y agresividad, así como para mejorar la calidad de la carne y el rendimiento de las canales porcinas.

El transporte de los cerdos al centro de sacrificio es un tema que involucra la participación de todos los agentes productivos del sector e implica importantes connotaciones económicas, considerando el volumen de cerdos sacrificados anualmente. El transporte y la manipulación asociados pueden causar importantes pérdidas a la industria del ganado (Grandin, 2000a; 2010). Aunado a lo anterior, la preocupación social acerca de las consecuencias del transporte sobre el bienestar de los animales ha aumentado paulatinamente durante las últimas décadas, especialmente a raíz de los tratados de libre comercio entre regiones.



El transporte inadecuado, los largos tiempos de privación de alimento, así como los malos tratos durante el manejo previo al sacrificio, pueden provocar la muerte de animales con la consecuente pérdida total del producto; más

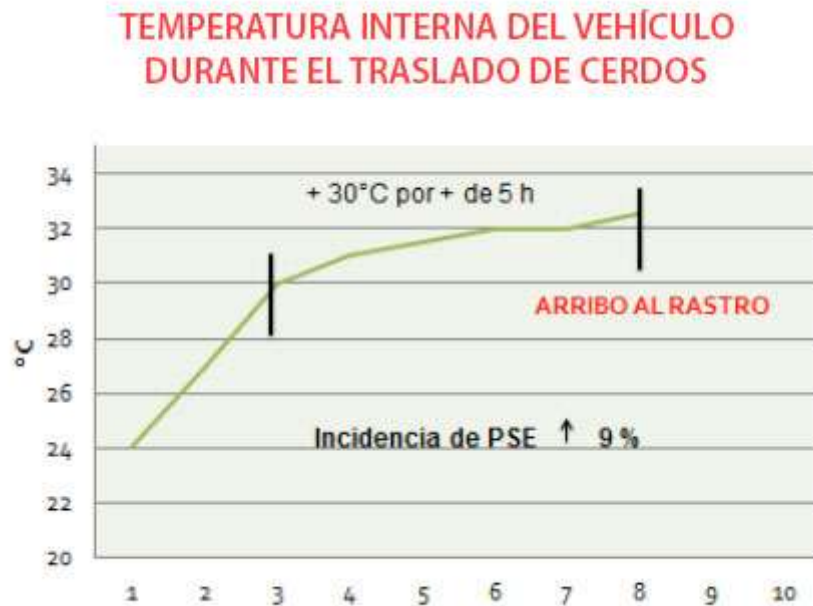
frecuentemente, provocan disminuciones de peso en las canales y hematomas (contusiones, lesiones), que implican recortes de trozos de la canal (“decomisos”) con las consiguientes mermas de peso.

En algunos países de Sudamérica ya se ha tomado conciencia de los cambios que en beneficio del bienestar animal y la calidad de la carne deben realizarse. Esto ha sido logrado como resultado de conferencias, cursos de adiestramiento y distribución de material impreso para los productores, los transportistas y personal de rastros (Gallo, 2008). A nivel gubernamental existe evidencia científica que muestra que las regulaciones, generalmente basadas en información de países más desarrollados, necesitan ser complementadas o adaptadas para las condiciones locales de cada país. En la mayoría de los países sudamericanos existe una legislación general sobre bienestar animal, pero son pocos los casos basados en estándares de la Organización Mundial de Sanidad Animal (World Organization of Animal Health) o la Oficina Internacional de Epizootias (Office International of Epizooties), los que incluyen apartados específicos de transporte de los animales (Gallo, 2008). Para el caso de México se tienen avances importantes, resultando en un proyecto de Iniciativa de Ley General de Bienestar Animal, que tendrá que ser discutida por las partes interesadas antes de ser aprobada en la Cámara de Senadores (Mota-Rojas et al., 2010b).

Otro elemento ineludible es el manejo inadecuado en el período previo a la faena que provoca estrés en los animales; este estrés conlleva a cambios de tipo metabólico y hormonal en el músculo del animal vivo, que se traducen en alteraciones de color, pH y capacidad de retención de agua en el músculo post-mortem. Como consecuencia las características de la carne cambian, tornándose menos aceptables al consumidor y acortándose la vida útil del producto (Sánchez-Zapata et al., 2010).

Retomando lo anterior, de nada sirve establecer una buena selección genética implantando modernas tecnologías de reproducción o haber invertido durante meses en la modernización de las instalaciones porcinas para dar el máximo confort a los animales, si no prestamos especial atención al manejo al que son sometidos los cerdos antes de su traslado hacia el rastro (Becerril-Herrera et al., 2009ab, 2010a; Mota-Rojas et al., 2011). Garantizar un manejo adecuado de los animales en la última etapa de su vida, desde que salen de la granja hasta su muerte en los rastros, resulta primordial para garantizar unas condiciones de bienestar que den respuesta a unas tendencias sociales cada vez más preocupadas con el trato que reciben los animales (Sánchez-Zapata et al., 2010). Además, satisfacer estas necesidades en los animales representa un beneficio económico y tecnológico directo para la cadena de producción

cárnica, al repercutir favorablemente en la calidad final de la materia prima y por ende en la preferencia del consumidor (Mota-Rojas et al., 2009, 2010b).



Evitar que la temperatura interna del vehículo durante el transporte no exceda de 30 °C será fundamental para no incrementar el riesgo potencial de la miopatía PSE.

Asumir estos nuevos compromisos por el sector de la producción porcina no solo permitiría tener un mayor control sobre los factores pre-sacrificio que afectan a los animales, garantizando con ello la calidad del producto final en el mercado, sino que además ayudaría a satisfacer las preferencias de los consumidores, cada día más sensibilizados con que se garantice el bienestar de los animales durante su explotación (Becerril-Herrera 2009ab). Por tal motivo el presente documento pretende dar a conocer la importancia que tiene el Bienestar Animal en el manejo ante-mortem del cerdo, considerando como periodos clave el transporte, el reposo, y el método de aturdimiento. Asimismo enfatizar de manera directa el grado de impacto que el bienestar animal ejerce en la calidad final de la carne, con el fin de que el estudiante de Medicina Veterinaria establezca un criterio más integro sobre el valor que tiene evitar el estrés y el sufrimiento de los animales antes de su matanza.



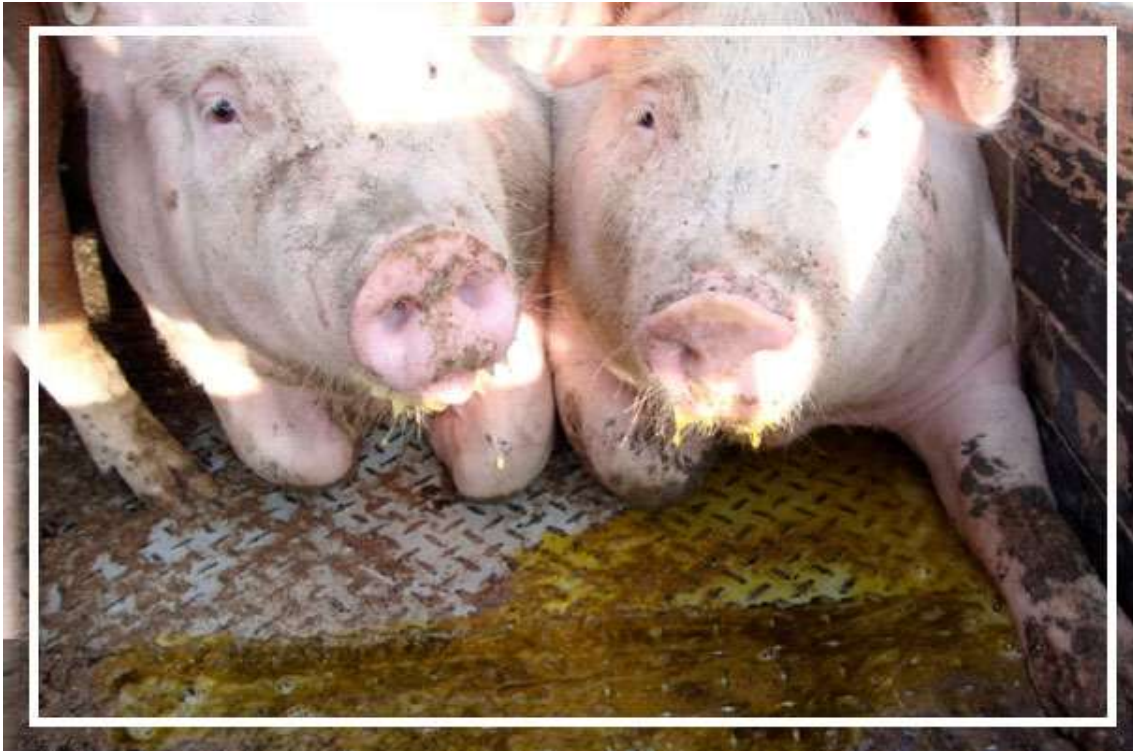
Al arribo de los animales a la planta de faenado, la descarga de los animales debe hacerse lo antes posible, evitando las demoras innecesarias y por ende mayor daño fisiológico en el animal. Los animales deben ser bañados con agua fría al menos durante 30 minutos e inmediatamente deben ser aturdidos y degollados. Por ello, mientras más largos son los tiempos de transporte y ayuno, mayores probabilidades existen de presentar estrés, afectar negativamente el bienestar de los animales, que ocurran pérdidas de peso de la canal, contusiones y efectos negativos en la calidad de la carne, debido a que los cerdos se encuentran en un estado de balance energético negativo.

IMPORTANCIA DE LA DURACIÓN DEL TRANSPORTE

La duración del transporte también afecta el bienestar de los cerdos (Hambrecht et al., 2005). Animales transportados a menos de 100 km de distancia, exhibieron más contusiones en comparación con los transportados más de 100 km; a pesar de esta observación, la anomalía se puede atribuir a las diferencias en el manejo de los cerdos en las diversas granjas (Kusina et al., 2003).

Abraham et al., (2005), analizaron los niveles de cortisol plasmático de cerdos libres del gen halotano (menor susceptibilidad al síndrome de estrés porcino) y hallaron que aumentó significativamente ($P < 0.001$) como un efecto del transporte. También se incrementaron los valores de ácidos grasos no esterificados (glicerolípidos y esteroides) ($P < 0.001$), glucosa ($P < 0.001$) y ácido láctico ($P < 0.01$).

Hambrecht et al., (2005), indicaron que transportes cortos aproximadamente de 50 min incrementan el cortisol en cerdos libres del gen halotano, cuando va seguido de un periodo de reposo (< 45 min) en los corrales de espera al rastro (transporte x corrales de espera, $P < 0.01$). El estrés agudo del transporte corto disminuyó ($P < 0.001$) el potencial glicolítico del músculo y aumentó ($P < 0.001$) el lactato en plasma, el cortisol y la temperatura del músculo, en tanto que hubo disminución de los niveles de pH de la carne. Por otro lado, el color de la carne no se vio afectado ($P > 0.40$) por el estrés agudo.



Es importante que los cerdos se ayunen para no producir náuseas y mareos durante el traslado y evitar que puedan bronco-aspirarse.

Bradshaw et al., (1999) transportaron 50 cerdos con un peso promedio de 80 kg en un camión de chasis rígido por un periodo de 4 h 30 min, con un espacio de 0.49 m² por cada 100 kg y observaron que 26 % de los cerdos vomitaron, 52 % presentaron espuma en la boca y en el 64 % de los cerdos se observó una combinación de ambos signos clínicos. Por otra parte, 13 animales se clasificaron como pertenecientes a cada uno de los grupos de niveles bajos o altos de hormonas (cortisol, beta-endorfina y lisina vasopresina). No hubo relación significativa entre la incidencia del estrés causado por el transporte y las concentraciones altas o bajas de hormonas. En este contexto, 34 % de los cerdos mostraron carne PSE en el músculo Longissimus dorsi, 24 % con DFD en uno o más músculos (Longissimus dorsi y Semimembranosus), y cuatro de ellos presentaron DFD en más de un músculo. No hubo correlación significativa entre la calidad y la concentración de cortisol en plasma.

De acuerdo con Hambrecht et al., (2005), los transportes prolongados (mayores a 3 h) incrementan el potencial glicolítico del músculo y la conductividad eléctrica. Aunado a ello, las concentraciones de creatinfosfoquinasa (CPK) y lactato deshidrogenasa (LDH) son significativamente ($p < 0.05$) mayores en animales transportados durante 3 h vs los de 1 h (Lee et al., 2004). Adicional a ello, Leheska et al., (2003) atribuyen que los tiempos de transporte prolongado reducen la presencia de PSE y mejoran la calidad de la carne, al ser comparados con viajes cortos de 30 minutos.



La incidencia de prolapsos rectales es más común cuando la disponibilidad de espacio no es respetada y la densidad de carga aumenta; y/o cuando la duración del transporte se incrementa.

Bradshaw et al., (1996a) evaluaron cerdos de 80 kg que fueron transportados en un tráiler para equinos, por un periodo de 960 min (8 h por camino áspero y 8 h por camino suave), y una distancia de 761 km durante el viaje. Y observaron que los niveles de cortisol al principio y al final de cada viaje: para los cerdos que viajaron por el camino áspero fue significativamente menor (14.60 mmol/L) en comparación con los cerdos que viajaron por el camino suave (8.50 mmol/L). En cuanto al comportamiento apreciaron que durante el periodo de viaje sinuoso, 67.8 % de los animales permanecieron echados, 26 % parados y 6 % caminando. Durante el periodo de viaje suave hubo más cerdos que permanecieron echados (79.6 %), le siguieron los parados (15.2 %) y 4.4 % caminaron, y además todos los animales transportados por el camino sinuoso vomitaron.

DENSIDAD DE CARGA



Se recomienda que la temperatura del vehículo no exceda los 30° C para no desestabilizar la zona termoneutral

Grandin, (2004)

¿CÓMO MEDIR EL BIENESTAR ANIMAL DURANTE EL MANEJO PREVIO AL RASTRO?

Grandin (1996), plantea el uso de algunos indicadores de comportamiento y recomienda cuantificarlos, determinando el porcentaje de animales en que se usa bastón eléctrico (máximo aceptable 25 %); el porcentaje de animales que resbala durante estos manejos (máximo aceptable 3 %), el porcentaje de animales que cae durante el arreo (máximo aceptable 1 %) y el porcentaje de animales que vocaliza (muge en el caso de los bovinos) durante su traslado (máximo aceptable 3 %). Estos indicadores reflejan dificultades durante el avance y/o dolor en los animales; se usan para verificar el manejo y bienestar animal en las plantas faenadoras y también fueron adoptados en las directrices de bienestar animal elaboradas por la OIE (2005). Es posible aplicar estos indicadores para evaluar el manejo durante la conducción, carga y descarga a nivel productor, en las ferias ganaderas y otros lugares en que se conducen animales de un punto a otro.

En un estudio realizado en Chile (Gallo et al., 2003a), se usó la metodología de Grandin (1997) para determinar en una planta faenadora, cómo se estaba realizando el manejo de los bovinos durante el arreo, desde los corrales hasta el cajón de insensibilización. Se registró el porcentaje de animales en que se usó bastón eléctrico, el porcentaje de animales que resbaló, cayó o vocalizó (mugió) durante estos manejos en un total de 500 bovinos, en forma diagnóstica. Posteriormente, se capacitó al personal y se volvieron a registrar los mismos indicadores en otros 500 animales de la faena habitual, unas semanas después. Los porcentajes de todos los indicadores disminuyeron significativamente luego de la capacitación del personal, demostrándose que es

un buen instrumento para mejorar el bienestar animal. Sin embargo, solamente con capacitación del personal los resultados no alcanzaron los porcentajes considerados aceptables, por lo que se recurrió a una segunda intervención, realizando cambios menores de infraestructura: se eliminaron algunos distractores que impedían el avance de los animales (irregularidades en el piso, falta de luz al ingreso del cajón de noqueo). Tras la intervención en infraestructura, se logró un cambio significativo adicional con respecto al porcentaje de bovinos “acarreados eléctricamente”, pero no en los demás indicadores, concluyéndose que para mejorar resbalos, caídas y mugidos se requerían en la planta en estudio, algunos cambios mayores en el diseño de las estructuras que consistieran básicamente en mejorar el tipo de piso y pendiente del mismo, así como iluminación en el cajón de noqueo. Actualmente en Chile hay un proyecto de investigación vigente en asociación con las plantas faenadoras y la Fundación para la Innovación Agraria (FIA-Chile) cuyo objetivo es hacer un diagnóstico del bienestar animal en las plantas (manejo, transporte, insensibilización) y capacitar al personal en el manejo del ganado para lograr mejoras en términos de bienestar animal y calidad de carne.

La presencia de hematomas y otras lesiones en las canales de los bovinos, tales como marcas de elementos de arreo inapropiados o elementos apropiados pero usados en forma incorrecta, son el reflejo de un mal manejo (Gallo, 2005). Por lo anterior, cuando se determina la prevalencia de estas lesiones en una planta faenadora, no sólo se está evaluando la calidad del producto final, sino también todo el proceso de manejo ante-mortem. La reglamentación en países latinoamericanos (Chile, 1993) proscribe el uso de palos o picanas con elementos punzantes, aunque permite el uso de palos y bastón eléctrico. Sin embargo, el mal uso de estas últimas también puede llevar a la presentación de hematomas (marcas) en las canales. Lo mismo ocurre con los golpes con palos, las caídas de animales en mangas, balanzas, camiones y cajón de noqueo, cuando hay pisos resbalosos y manejo descuidado. Según Grandin (2010), mediante la observación cuidadosa del tipo de lesión en la canal (forma, color, profundidad) es posible determinar en cierta medida las causas. Por otra parte, la relativamente alta frecuencia de problemas de pH y color (carnes DFD o corte oscuro) encontrada en algunas plantas faenadoras en Chile, también refleja problemas de estrés, de manejos inadecuados y de tiempos de transporte y ayuno prolongados (Gallo et al., 2003a).

Los avances en términos de tecnologías aplicadas en la industria de la carne (por ejemplo envasado al vacío y en atmósfera modificada) han ido requiriendo de más mediciones relativas a calidad de la materia prima y con ello se han ido encontrando más problemas (pH, color, retención de agua). Si bien el manejo ante-mortem de las reses de abasto es inevitablemente estresante, lo aconsejable es buscar formas de mantener el estrés al mínimo. El inadecuado diseño o mal mantenimiento de las instalaciones, así como la existencia de

diversos distractores y la falta de capacitación del personal que maneja a los animales son problemas comunes en muchos países sudamericanos (Gallo y Tadich, 2008).

¿CUÁNTO REPOSO PREVIO AL SACRIFICIO?: REPERCUSIONES EN EL BIENESTAR Y CALIDAD DE LA CARNE

El reposo previo al que son sometidos los animales antes de ser sacrificados es determinante sobre la calidad de la carne. La falta de este periodo de reposo después del transporte y antes del sacrificio aumenta la incidencia de carne PSE (pálida, suave y exudativa) (Fischer, 1996); así mismo periodos más largos de reposo se asocian a una carne más oscura, firme y seca (DFD) y sus efecto en los porcinos resulta tan o más importante que la predisposición genética (Brown et al. 2004).

El reposo de los animales antes del sacrificio permite la recuperación de las condiciones fisiológicas perdidas durante los procesos de carga, transporte y descarga de los animales, normalizando las condiciones metabólicas, tales como la renovación de los niveles de glucógeno muscular y el tono muscular, favoreciendo la relajación de aquellos animales más afectados por las condiciones de manejo previas (Costa et al., 2002). Además, la fase de reposo previo al sacrificio permite recobrar las condiciones estables del sacrificio y de este modo, contrarrestar las deficiencias de calidad en la carne (Fischer, 1996).

Existen dos razones principales por las que los cerdos deben tener un reposo antes del sacrificio: primero, proporciona un depósito de los animales para que la línea de sacrificio adecue variaciones en el horario de entrega a la planta; en segundo lugar, permite que los cerdos descansen y se recuperen del estrés sufrido durante el transporte (Warriss, 2003). Aunque la respuesta al estrés es muy variable y dependiente de la capacidad de cada animal para responder, resulta evidente que si el agente estresante actúa por largo tiempo (transporte y ayuno prolongados) el efecto encontrado será mayor, independientemente de la alta o baja capacidad individual de respuesta de cada animal. Por ello, mientras más largos son los tiempos de transporte y ayuno, mayores probabilidades existen de presentar estrés, afectar negativamente el bienestar de los animales, que ocurran pérdidas de peso de la canal, contusiones y efectos negativos en la calidad de la carne (Gallo et al., 2003a; Tadich et al., 2005), debido a que los cerdos se encuentran en un estado de balance energético negativo (Warris, 2003).

Se han realizado numerosos estudios para determinar el periodo de descanso idóneo para la recuperación del cerdo. Algunos autores mencionan que el tiempo de descanso ideal es de 2 a 4 h, ya que los cerdos sacrificados durante las 2 h iniciales de reposo presentan conducta agresiva, agotamiento físico y tensión fisiológica que producen un aumento en la actividad metabólica y reducen el pH intramuscular, elevando la temperatura del cuerpo. En relación a

esto, un tiempo de reposo largo reduce la incidencia de PSE pero aumenta la predisposición a carne DFD

Los efectos que ocasionen los factores estresantes ante-mortem y por consiguiente la pérdida del bienestar animal, tendrán consecuencias directas sobre las reacciones enzimáticas post-mortem y la inocuidad alimentaria. Otro elemento importante a considerar, es el efecto de la disminución de bienestar animal en el sistema inmunológico, ya que periodos de estrés prolongados afectan la respuesta inmune.

Este tipo de efectos tienen lugar en todas las etapas vitales de los animales de producción y, de hecho, han sido más extensamente estudiados durante las fases de cría y producción (Marrón, 2007).

Para reducir las peleas en los corrales de espera en el rastro, es necesario que los animales dispongan de espacio y se respete 1m² de superficie/cerdo, puesto que la sumisión en los cerdos no se expresa mediante una postura, sino con un comportamiento de huida. Sin embargo, hay contraposiciones a esta premisa, hay autores que señalan que el espacio vital en la espera debe de reducirse al máximo para evitar peleas.



Cerdos aparentemente descansando en los corrales de espera, previo a su muerte. Se aprecia un incremento exagerado en la densidad de carga, lo que propicia un mayor desgaste energético repercutiendo en las transformaciones enzimáticas post-mortem.

LA MEZCLA DE ANIMALES DURANTE EL REPOSO

Cuando se realizan mezclas de cerdos, éstos luchan con frecuencia para establecer nuevas jerarquías de dominancia, lo cual origina laceraciones de la piel, dejando lesiones severas, particularmente en la región del hombro (Warriss, 1990). 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, en vez de mezclarlos con extraños (Broom, 2005). La mezcla de animales, definida así como una forma de estrés social, se va a traducir en un descenso significativo de la capacidad de respuesta inmunológica, que resulta especialmente frecuente en los animales que ocupan los puestos más bajos de la jerarquía pero también en los más dominantes (Morrow-Tesch et al., 1994; Groot et al., 2001).



Cerdo caído durante su llegada al centro de sacrificio.

Los animales lesionados que arriben al rastro, ya sea poli-traumatizados y que no puedan pararse, deberán de ser seleccionados para sacrificarse inmediatamente y evitar el prolongar su sufrimiento como lo marca la Normatividad Mexicana en el sacrificio de emergencia NOM-033-ZOO-1995.

El mantenimiento de esta jerarquía precisa que estos grupos no superen los 20-30 animales, ya que con grupos más amplios el reconocimiento de los individuos se dificulta y aumenta el comportamiento agonístico. Referido a ello (Warriss et al., 1994) atribuye que es mejor mezclar cerdos en un espacio más pequeño, para restringir la lucha.

Los machos enteros tienden a ser más agresivos que las hembras o machos castrados y en promedio sus canales tienen más lesiones de la piel (Warriss

2003). Hay evidencia de que algunos genotipos son más o menos agresivos que otros (Geverink et al., 1998).

Finalmente, la densidad en los corrales de espera debe ser adecuada, dado que con densidades excesivas resulta imposible para los animales no invadir el "espacio vital" de sus compañeros, lo que fomenta la aparición de más encuentros agonísticos (Broom y Kirkden, 2004). Así pues, varios estudios han señalado que la suplementación con triptófano es efectiva para disminuir el estrés pre-sacrificio (Warner et al., 1990). Por ejemplo, en el último estudio (1990) la administración de triptófano (5 g/kg de dieta) durante los 5 días previos al sacrificio aumentó la serotonina en el hipotálamo y disminuyó la incidencia de comportamiento agresivo durante la espera presacrificio resultando en una menor incidencia de hematomas y carnes PSE.



Cuando no se respeta la densidad de carga, los cerdos no pueden perder calor por contacto, lo que origina que las transformaciones postmortem sean más aceleradas, afectando las propiedades organolépticas.

EL MÉTODO DE ATURDIMIENTO Y EL ESTRÉS DEL CERDO

El aturdimiento se basa en una perturbación de los sentidos ocasionado por un golpe u otra causa física.

El sacrificio del porcino se realiza por desangrado originado por la sección de las arterias y venas del tronco braquiocefálico al interrumpir el aporte de nutrientes y oxígeno al cerebro, provocando la muerte del animal. Por lo tanto, un correcto sistema de aturdimiento debe garantizar una inducción rápida de la

inconsciencia sin causar dolor y además la inconsciencia debe prolongarse hasta la muerte del animal (Quiroga y García, 1994).

Con relación a los métodos de aturdimiento, el objetivo de éstos es provocar la insensibilidad al dolor hasta su muerte, la cual debe ocurrir por desangrado y antes de que el animal recupere la sensibilidad (McKinstry y Anil, 2004).

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 tanto, el tiempo transcurrido entre el aturdimiento y el desangrado es un factor determinante de la eficacia del aturdimiento. En los sistemas irreversibles, por el contrario, es el propio aturdimiento el que causa, además de la inconsciencia, la muerte del animal. En este último caso, el sacrificio tiene tan sólo la finalidad de evacuar la sangre de la canal, pero será crítico si se hace lento y el animal recupera la sensibilidad y se le ocasiona dolor (Quiroga y García, 1994, Velarde et al., 2000a).

Actualmente existe aún polémica sobre cuál método de aturdimiento es más eficaz en lograr la muerte bajo inconsciencia del animal y con el presente capítulo pretendemos darle más elementos al lector para que conozca la relevancia de utilizar electronarcosis o aturdimiento por CO₂. Primeramente iniciamos el presente capítulo abordando los efectos de la electronarcosis, luego discutimos el uso de cámaras de CO₂ y finalmente proponemos resultados experimentales comparando ambos métodos de insensibilización en porcinos con la finalidad de establecer un criterio más amplio del tipo de aturdimiento más idóneo a utilizar.

Mantener un alto estándar de bienestar de los animales durante el transporte y faena de los cerdos requiere tanto de equipo apropiado como de la supervisión y capacitación de los empleados. Se recomienda dejar inconsciente al animal antes de su sacrificio con el fin de evitar el dolor, el estrés y la incomodidad del procedimiento (Grandin 2003b) y que adicionalmente no haya repercusiones que alteren la velocidad de las transformaciones enzimáticas post-mortem que modifiquen las propiedades organolépticas de la carne. En la mayoría de los países desarrollados y muchos en vías de desarrollo, se cuenta con leyes que exigen el aturdimiento anterior al sacrificio (FAO, 2001).

4.1 ATURDIMIENTO CON CO₂

El dióxido de carbono (CO₂) es un gas que al ser inhalado produce insensibilidad sin dejar residuos químicos inaceptables en la canal. Los cerdos son introducidos a un pozo con una concentración atmosférica entre 80% y 90% de CO₂, durante un tiempo suficiente para mantenerlos inconscientes hasta la posterior muerte del animal por desangrado. El sistema de aturdimiento con CO₂, no requiere la sujeción de los animales y permite el aturdimiento en grupo, reduciendo así el nivel de estrés. El aturdimiento se

produce por una depresión de la función neuronal a consecuencia de una hipoxia hipercápnica del sistema nervioso central y una disminución del pH sanguíneo. La inducción de la anestesia en una atmósfera del 80% de CO₂ incluye tres fases. La primera etapa tiene una duración aproximada de 20 seg 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 CO₂ provoca hiperventilación, que se manifiesta con inspiraciones cortas y profundas asociadas a jadeos o chillidos. Inmediatamente después de la pérdida de conciencia viene la etapa de excitación, y posteriormente, entre los 26 y 35 s de exposición al CO₂, el animal entra en la fase de anestesia. Durante esta fase, el animal pierde la postura normal y desaparecen el reflejo corneal, la sensibilidad al dolor y la ritmicidad respiratoria. Si el animal continúa inhalando CO₂ se produce la muerte. Concentraciones del 95 % inducen anestesia entre los 10 y 15 s (Velarde et al., 2000a).

Investigaciones realizadas en Holanda indican que la fase de excitación ocurre en el aturdimiento con CO₂ antes del comienzo de la inconsciencia (Fabrega et al., 2007). Estos estudios dieron lugar a las primeras preguntas sobre un potencial de angustia en los cerdos durante la inducción de la anestesia con CO₂. Sin embargo, investigaciones realizadas por Sevenije et al. (2002) indicaron que la inconsciencia ocurre antes del comienzo de la fase de excitación y que el aturdimiento con CO₂ no era estresante para el animal. En cerdos híbridos Yorkshire x Landrace, la exposición al CO₂ fue menos adversa que los choques eléctricos aplicados con una picana. La forma en que los cerdos reaccionan al CO₂ varía; así por ejemplo, Grandin (2003) observó en una planta comercial de faenado en los EEUU, que los cerdos blancos híbridos (con características del tipo de raza Yorkshire) tenían una reacción más suave al CO₂ que los cerdos híbridos negros con franjas blancas, coloración típica de la raza Hampshire. Igualmente, Grandin (1994) observó que cerdos daneses (que tienen una muy baja incidencia del gen halotano) permanecieron tranquilos cuando respiraron CO₂, pero los cerdos irlandeses (los cuales tienen una alta incidencia del gen halotano) se agitaron violentamente a los pocos segundos de haber inhalado el gas. Experimentos con cerdos Pietrain x Landrace alemán, indican que los cerdos halotano-positivos tienen una reacción más fuerte al CO₂ que los cerdos halotano-negativos (Troeger y Woltersdorf, 1991). Setenta por ciento de los cerdos halotano-positivos tuvieron reacciones motoras, mientras que sólo el 29 % de los cerdos halotano-negativos reaccionaban de esta manera. Concluyeron que el uso de altas concentraciones de CO₂ (80 % o más), redujo la incidencia de reacciones vigorosas en cerdos halotano-positivos.

Velarde et al. (2000ab), demostraron que la incidencia hemorragias (petequias y hematomas) en hombros, lomo y jamones de cerdos expuestos al gas CO₂.

El primer grupo se sometía a 92 s de exposición de Co₂ y el grupo 2 a un tiempo de 103 s. Las canales de estos cerdos aturdidos con este gas, presentaron más petequias cuando el periodo de exposición se incrementó. La incidencia por región es la que sigue: hombros (15.3% vs 7.2%), lomo (18.6% vs 15.5%) y jamón (11.2% vs 10%). Por otra parte, el porcentaje de hematomas se invirtió e incrementó en aquellos cerdos con menor exposición al gas: hombros (5.8% vs 3.1%), lomo (4.8% vs 1.8%) y jamón (7.9% vs 1%), en todos los casos se muestran diferencias significativas ($P < 0.05$). Por lo tanto, a mayor tiempo de exposición al CO₂ se incrementan el número de petequias, y a menor tiempo de exposición al gas se incrementa el número de hematomas.

Actualmente, se han incrementado los reportes científicos que enfatizan la existencia de aversión y estrés de los cerdos cuando han sido expuestos al CO₂ durante el aturdimiento. El aturdimiento con CO₂ compromete el bienestar de los animales durante su aplicación, a lo largo de este apartado se muestra que este método acelera los cambios post mortem de la carne a partir de condiciones anaerobias, mediante la reducción de oxígenos atmosférico y obteniendo una menor cantidad de ATP's disponibles, dichas características incrementa la concentración sanguínea de lactato, incremento de temperatura y consecuentemente la reducción del pH en la canal, mayor incremento en la actividad glicolítica, mayor pérdida de agua por goteo y cambios en la coloración, tales condiciones no son suficientes para convierten el músculo de cerdo en una carne tipo PSE. De esta manera el aturdimiento con CO₂ se ha convertido en un método que no repercute en gran medida la calidad de la carne de cerdo cuando los cerdos han sido expuestos a concentraciones mayores al 80% de CO₂ durante tiempos que no superen los 108 s de exposición.

Se ha determinado que a menores concentraciones de exposiciones del gas (<75%) existe mayor aversión y sufrimiento animal que repercute en la calidad final de la carne. Aún faltan más estudios donde determinen la concentración más adecuada del CO₂ evitando dolor y agonía en los animales y al mismo tiempo buscar buena calidad de carne (Nowak et al., 2007; Álvarez-Álvarez et al., 2010). Para contrarrestar este fenómeno estresante en el aturdimiento de los cerdos previo a su muerte, se ha sugerido que el método de insensibilización con CO₂ en rastros sea evaluado y replanteado, manteniendo el bienestar de los cerdos, dichos planteamientos se inclinan a la combinación y reducción en las concentraciones de CO₂ con otros gases más nobles y menos agresivos (Álvarez-Álvarez et al., 2010), ante esta problemática, en un estudio reciente, Dalmau et al. (2010) promueve el uso de otros gases como el argón, importante será estar atentos al incremento en el bienestar animal utilizando estas mezclas de gases.

4.2 ATURDIMIENTO POR ELECTRONARCOSIS

Este método consiste en el paso a través del cerebro, de una corriente eléctrica con una intensidad lo suficientemente alta como para provocar una despolarización del sistema nervioso central y una desorganización de la actividad eléctrica normal (Velarde et al., 2000b).

El aturdimiento eléctrico debe inducir un estado epiléptico (Lambooj et al., 1996; Gregory, 1998). Hay dos formas básicas de aturdimiento eléctrico: “sólo en la cabeza”, en el que las pinzas se colocan a través de la cabeza, y el “ataque cardíaco”; en el que se pasa una corriente a través de ambos, la cabeza y el corazón. El aturdimiento sólo en la cabeza es reversible y el cerdo puede retornar a la sensibilidad a menos que se le desangre rápidamente. El aturdimiento por ataque cardíaco matará a la mayoría de los cerdos deteniendo su corazón.

Para colocar al cerebro en el camino de la corriente, los electrodos se deben ubicar en la posición correcta (Anil y McKinstry, 1998). Si los electrodos se colocan muy atrás en el cuello, habrá un período de insensibilidad más corto (Velarde et al., 2000a). Grandin (2001) ha observado que colocando el electrodo a través de la cabeza en una ubicación anterior al cuello, trae como resultado el parpadeo de los cerdos. Sin embargo, si se coloca el electrodo en la depresión detrás de la oreja se eliminan los reflejos de los ojos.

Para reducir los derrames de sangre en la piel y en la carne algunos centros de sacrificio emplean aturdidores de alta frecuencia. Sin embargo, frecuencias tan altas como 2000 a 3000 Hz han fallado en inducir la insensibilidad instantánea (Sevenije et al., 2002). Anil y McKinstry (1998) encontraron que la onda sinusoidal de 1592 Hz o la onda cuadrada de 1642 Hz de los aturdidores de “sólo cabeza” a 800 metros, inducen ataques en cerdos pequeños. La principal desventaja es que con frecuencias sobre 50 Hz, el retorno a la sensibilidad ocurrirá más rápidamente. Debido al pataleo, el aturdimiento de sólo cabeza con altas frecuencias no es práctico, a menos que se combine con una corriente adicional para detener el corazón. En cambio, el aturdimiento sólo cabeza con 800 Hz en conjunción con una frecuencia de 50 Hz aplicada al cuerpo, resulta efectivo (Lambooj et al., 1996).

Grandin (2001), concluye que los problemas relacionados con el retorno a la sensibilidad después del aturdimiento eléctrico se pueden corregir fácilmente. Las causas más comunes de problemas con el retorno a la sensibilidad responden a la posición incorrecta de las pinzas y técnicas deficientes de desangrado. La autora concluye que al mejorar el diseño ergonómico de las pinzas en el sistema cabeza a espalda de los aturdidores cardíacos eléctricos, o la estación de trabajo del empleado, eliminan el problema del retorno a la sensibilidad en los animales.

I. CONCLUSIONES GENERALES

Si bien son muchos y de diversa índole los factores antemortem que pueden afectar el bienestar animal, el control del estrés a lo largo de todas las etapas previas a la muerte de los cerdos es de gran importancia.

Es indispensable evitar que el animal se estrese y lesione durante las operaciones anteriores a su muerte, para optimizar su bienestar. Así mismo, es necesario la existencia de un periodo de estancia en rastro lo más corto posible, que le permita una recuperación del transporte y normalización de sus condiciones metabólicas. Se debe tener presente que la exposición de los animales a muchas condiciones adversas, tales como falta de alimento o agua, peligro, hambre, ambiente molesto, fatiga, calor, frío, luz, restricciones de espacio y otras condiciones ante-mortem repercuten y alteran la homeostasis del animal.

Durante el transporte se debe prestar especial atención a las condiciones ambientales tanto de temperatura, como de humedad en los vehículos en donde viajan los animales, particularmente en viajes largos, garantizando de esta manera su regulación mediante la correcta ventilación de los vehículos durante el movimiento.

Al arribo de los animales a la planta de faenado, la descarga de los animales debe hacerse lo antes posible, evitando las demoras innecesarias y por ende mayor daño fisiológico en el animal. Con el fin de recuperar las condiciones fisiológicas perdidas y favorecer la relajación de los animales, en los corrales de espera previos a su muerte, los cerdos deben de disponer de espacio suficiente, correcta ventilación y evitar la mezcla de animales de distinto orígenes para reducir las peleas.

El aturdimiento debe ser una premisa obligada que garantice el bienestar del cerdo produciendo un aturdimiento instantáneo y que éste se prolongue hasta la muerte de los animales por desangrado.

Sin embargo, la respuesta de estrés no solo tiene efectos sobre el bienestar animal, sino también efectos negativos sobre la calidad de la canal y de la carne, de forma que, en general, cuanto más intensa o duradera es dicha respuesta y, por lo tanto, cuanto peor es el bienestar de los animales, mayores son las repercusiones negativas sobre la calidad de la canal y de la carne. Por lo que, mejorar el bienestar de los animales durante su transporte, reposo y sacrificio permite responder simultáneamente a dos requisitos de mercado cada vez más importantes.

Durante los últimos años se ha avanzado vertiginosamente en la obtención de canales de calidad óptima, debido por una parte a las mayores exigencias en los aspectos nutritivos (reducción de la fracción grasa), higiénicos-sanitarios y dietéticos por parte del consumidor y por otra parte a la demanda industrial de materias primas estandarizadas que se adapten a los esquemas y normas de

calidad de cada país. Los factores fundamentales que afectan a la calidad de la carne son factores intrínsecos del animal como la raza, el sexo y la alimentación; condiciones ante-mortem como las ambientales y la técnica de sacrificio y condiciones post-mortem como la velocidad de descenso del pH, la velocidad de enfriamiento y la higiene durante la manipulación. El control de muchos de estos factores permite un control del estrés en el animal.

La forma en que se ve afectada la calidad de la carne por el estrés animal previo al sacrificio es variada: sensorialmente se modifica el color y sabor de la carne, debido a la variación del pH. Bioquímicamente, si al momento del sacrificio el animal ha consumido sus reservas de glucógeno, se obtienen carnes oscuras, firmes y secas, con un valor de pH alto y, por tanto, más fácilmente alterables por microorganismos. Al contrario, si las reservas de glucógeno son elevadas, se aceleran las reacciones post-mortem originando un rápido descenso del pH, dando lugar a carnes pálidas, suaves y exudativas.

Para el consumidor la calidad de la carne depende del aspecto externo en el momento de la venta, refiriéndose principalmente a su textura y sabor una vez cocinada y aspectos éticos (bienestar animal y calidad de la carne), sin olvidar el precio, ya que para justificar gastos extras de producción debe existir un mercado dispuesto a pagar cualquier calidad extra exigida. Esto ocurre en el caso de la producción animal ecológica u orgánica, donde se observa que en la mayoría de los países industrializados muchos consumidores están dispuestos a pagar un precio más alto por carne obtenida a partir de prácticas respetuosas con el medio ambiente y con el bienestar animal.

Para mayores detalles consulte los capítulos relacionados con el tema, en el libro BIENESTAR ANIMAL, editorial Elsevier.

Portada del Libro Bienestar Animal. El libro ha sido editado nuevamente por la prestigiosa editorial Holandesa ELSEVIER y la tercera edición está ya disponible como libro impreso y electrónico (eBook), desde el mes de abril del 2016 para toda Iberoamérica. Los editores: Daniel Mota Rojas (México), Antonio Velarde Calvo (España), Stella Maris Huertas (Uruguay) y María Nelly Cajiao (Colombia).

©Elsevier España -2016.

http://www.ganaderia.com/ganaderia/home/noticias-interior.asp?cve_noticia=16513

Para su compra impresa o digital:

<https://tienda.elsevier.es/bienestar-animal-studentconsult-en-espanol-9788491130260.html>

Para mayor información sobre temas de bienestar animal, consulte el facebook científico: Bienestar Animal Latino.

BIBLIOGRAFÍA

Abraham, C., Weber, M., Balogh, K., Mezes, M., Huszenicza, G., Febel, H. 2005. Effect of transport and lairage on some physiological and meat quality parameters in slaughter pigs [A szállítás és a pihentetés korulmenyeinek hatása a hizosertések egyes elettni és husminosegi jellemzoiere]. Magyar Allatorvosok Lapja. 127(3):139-145.

Allee, G. L. 1997. Impact of nutrition on meat quality. Pork Academy- NPPC. pp: 25-35. Indianapolis, IN, USA.

Alarcón, R. A., Duarte, A. J., Alonso, R. F., Janacua, V. H. 2005. Incidencia de carne pálida-suave-exudativa (PSE) y oscura-firme-seca (DFD) en cerdos sacrificados en la región del Bajío en México. Técnica Pecuaria en México. 43 (3):335-346.

Alarcón-Rojo, A. D., Duarte-Atondo, J. O. 2006. Capítulo 9. Músculo PSE y DFD en cerdo. En: Ciencia y Tecnología de Carnes. Hui, Y.H., Guerrero, L.I., Rosmini, R.M. (eds.). México: Limusa. Pp. 253-290.

Alarcón R.A.D., Janacua V.H. 2010. Alteración de las reacciones enzimáticas post-mortem en carnes PSE y DFD. En: Bienestar Animal y Calidad de la Carne. (Eds.) Mota-Rojas, D. y Guerrero-Legarreta, I. Editorial BM Editores. México. pp:287-299.

Álvarez, C., Torre, A. 1996. La conductividad eléctrica como sistema de detección de carnes de baja calidad en el proceso de elaboración de jamón cocido. Eurocarne no. 50. 23-34.

Álvarez-Álvarez, D. 2010. CO2 stunning systems in the pig: animal welfare and meat quality. Chapter 15. In: Mota-Rojas D, Guerrero-Legarreta I, Trujillo-Ortega ME (eds) Animal welfare and meat quality. Editorial BM Editores, México. Distrito Federal, pp 235-248.

Anil, A. M., McKinstry, J. L. 1998. Variations in electrical stunning tong placements and relative consequences in slaughter pigs. Veterinary Journal. 155:85-90.

Apple, J.K., Kegley, E.B., Maxwell Jr., C.V. , Rakes, L.K. , Galloway, D. y Wistuba, T.J. 2005. Effect of dietary magnesium and short-duration transportation on stress response, postmortem muscle metabolism, and meat quality of finishing swine. Journal of Animal Science 83: 1633–1645.

Atkinson, S., Algers, B. 2007. The development of a stun quality audit for cattle and pigs at slaughter. XII International Congress in Animal Hygiene ISAH 2007. June 17-21. Tartu, Estonia. pp 1023-1027.

Becerril-Herrera, M., Mota-Rojas, D., Guerrero-Legarreta, I., González-Lozano, M., Sánchez-Aparicio, P., Lemus-Flores, C., Ramirez-Necochea, R., Alonso-Spilsbury, M. 2007. Effects of additional space during transport on pre-slaughter traits of pigs. *Journal of Biological Sciences*. 7(7):1112-1120.

Becerril-Herrera, M., Alonso-Spilsbury, M., Lemus-Flores, C., Guerrero-Legarreta, I., Olmos-Hernández, A., Ramírez-Necochea, R., Mota-Rojas D. 2009a. CO₂ stunning may compromise swine welfare compared with electrical stunning. *Meat Science*, 81, 233-237.

Becerril-Herrera, M., Mota-Rojas, D., Guerrero-Legarreta, I., Schunemann A. A., Lemus-Flores, C., González-Lozano, M., Ramírez, NR., Alonso S.M. 2009b. Relevant aspects of swine welfare in transit. *Veterinaria Mexico*, 40, 315-329.

Becerril-Herrera, M. (2010a). Factores ante-mortem y post-mortem y su efecto en el bienestar animal, metabolismo bioquímico y calidad de la canal de cerdos sacrificados en una planta TIF. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma Metropolitana. Campus Xochimilco. 177 p.

Becerril-Herrera, M., Alonso-Spilsbury, M., Trujillo-Ortega, M., Guerrero Legarreta, I., Ramírez-Necochea, R., Roldan-Santiago, P., Mota-Rojas D. 2010b. Changes in blood constituents of swine transported for 8 or 16 h to an abattoir. *Meat Science*, 86, 945-948.

Benjamin, M.E., Gonyou, H. W., Ivers, D. L., Richardson, L. F., Jones, D. J., Wagner, J. R., Seneriz, R., Anderson, D. B. 2001. Effect of handling method on the incidence of stress response in market swine in a model system. *Journal of Animal Science*, 79:279 (Supl. 1) (Abstract).

Bradshaw, R. H., Parrott, R. F., Goode, J. A., Lloyd, D. M., Rodway, R. G., Broom, D. M. 1996a. Behavioural and hormonal responses of pigs during transport: effect of mixing and duration of journey. *Animal Science*. 62:547-554.

Bradshaw, R. H., Parrot, R. F., Forsling, M. L., Goode, J. A., Lloyd, D. M., Rodway, R., Broom D. M. 1996b. 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.

- Bradshaw, R. H., Randall, J. M., Forsling, M. L., Rodway, R., Goode, J. A., Brown, S. N. 1999. Travel sickness and meat quality in pigs. *Animal Welfare*. 8:3-14.
- Brown, S. N., Knowles, T. G., Edwards, J. E., Warriss, P. D. 1999. Behavioural and physiological responses of pigs to being transported for up to 24 hours followed by six hours recovery in lairage. *Veterinary Record*. 145(15):421-426.
- Broom DM. Causes of poor welfare in large animal during transport. *Veterinary Research Communications* 2003; 27:515-518.
- Broom, D. M. 2004. Bienestar animal. En: Galindo F, Orihuela A, editores. *Etología Aplicada*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, International Fund for Animal Welfare. 51-87.
- Broom, D. M., Kirkden R. 2004. Welfare, stress, behaviour and pathophysiology. R.H. Dunlop, C.-H. Malbert (eds.) *Veterinary Pathophysiology*. Blackwell, Ames, Iowa. Pp. 337 - 369.
- Broom, D. M. 2005. The effect of land transport on animal welfare. *Rev sci tech Off int Epiz*; 24(2): 683-691.
- Buss, C. S., Shea-Moore, M. M. 1999. Behavioral and physiological responses to transportation stress. *Journal Animal Science*. 77(Suppl. 1):147.
- Carrengher, J. F., Ingram, J. R., Matthews, L. R. 1997. Effects of yarding and handling procedures on stress response of red deer stags. *Applied Animal Behaviour Science*. 51:143-158.
- Castrillón, E. W., Zoot, M. S., Fernández, J. A., Restrepo, L. F., Estada, E. 2007. Variables associated PSE (Pale, Soft, Exudative) to meat in porcine carcasses. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 20:327-338
- Chile, Ministerio de Agricultura. 1993. Reglamento general de transporte de ganado bovino y de carnes. Decreto Supremo N° 240, publicado en el Diario Oficial de la República el 26 de octubre de 1993. Modificado por el Decreto Supremo N° 484, publicado en el Diario Oficial de la República el 5 de abril de 1997. Modificado por el Decreto Supremo N° 5, publicado en el Diario Oficial de la República el 23 de abril de 2005.
- Chevillon, P. 2000. O bem-estar dos suínos durante o pré-abate e no atordoamento. *Anais 1º Conferencia Virtual Internacional sobre Qualidade de Carne Suína*. 16 de Novembro a 16 de Dezembro. Brasil. Concordia, SC. pp. 17-20.
- Christensen, L., Barton-Gade, P., Blaabjerg, L. O. 1994. Investigation of transport conditions in participating countries in the EC Project: PL 920262. Proc. 40th International Cong. Meat Science and Technology, 28 August-2

September, The Hague (Paper W-2.01). ID-DLO Institute for Animal Science and Health: Schoonoord, The Netherlands.

Codex Alimentarius. 2005. Código de prácticas de higiene para la carne (CAC/RCP 58/2005)

Costa, N.I., Lo Fiego, D.P., Dall'olio, D. R. 2002. Combined effects of pre-slaughter treatments and lairage time on carcass and meat quality in pigs of different halothane genotype. *Meat Sci.* 61, 41-47.

Dalmau, A., Rodríguez, P., Llonch, P., Velarde, A. 2010: Stunning pigs with different gas mixtures: aversion in pigs. *Animal Welfare*, 19: 325-333.

Duarte, A. J. 1998. Incidencia de carne PSE y DFD, y efecto del tiempo de reposo antemortem sobre la calidad fisicoquímica y tecnología de la carne de cerdos sacrificados en la Región del Bajío en México. *Disertación Doctoral*. Facultad de Zootecnia. Universidad de Chihuahua, México. Pp. 143.

Edwards, L. N., Grandin, T., Engle, T. E., Porter, S. P., Sosnicki, A. A., & Anderson, D. B. 2010. Use of exsanguination blood lactate to assess the quality of pre-slaughter pig handling. *Meat Science*, 86, 384-390.

Eikelenbomm, G., Bolink, A. H., Sybesma, W. 1991. Effects of feed withdrawal before delivery on pork quality and carcass yield. *Meat Sci.* 29: 25-30.

Eikelenboom, G., Bolin, AH. 1991. The effects of feedstuff composition, sex and day of slaughter on pork quality. In *Proc. 37th International Congress. Meat Science and Technology*. Kulmbach, Germany: 233-236.

Fabrega, E., Manteca, X., Font, J., Gispert, M., Carrion, D., Velarde, A., Ruiz de la Torre, J.L., Diestre, A. 2002. Effects of halothane gene and pre-slaughter treatment on meat quality and welfare from two pig crosses. *Meat Science*. 62:463-472.

Fabrega, E., Coma, J., Tibau, J., Manteca, X., Velarde, A. 2007. Evaluation of parameters for monitoring welfare during transport and lairage at the abattoir in pigs. *Animal Welfare*; 16(2):201-204.

FAO. 2001. *Directrices para el Manejo, Transporte y Sacrificio Humanitario del Ganado*. Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific. Tailandia.

Faucitano, L. 2000. Efeitos do manuseio pré-abate sobre o bem-estar e sua influencia sobre a qualidade de carne. 1a Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Concórdia, SC. Disponible en URL: http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais00cv_faucitano_pt.pdf.

- Ferguson, D. M., Warner, R. D. 2008. Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? *Meat Science*. 80:12-19.
- Fischer, K. 1996. Transport of slaughter animals – Effects, weakness measures. *Fleischwirtschaft* 76, 521-526.
- Flores, A. P. S., Linares, C. P., Saavedra, F. F., Serrano, A. B., López, E. S. 2008. Evaluation of changes in management practices on frequency of DFD meat in cattle. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 7(3):319-321.
- Franco-Jimenez, DJ., Beck, M.M. 2007. Physiological Changes to Transient Exposure to Heat Stress Observed in Laying Hens. *Poultry Science*; 86:538-544.
- Fraser, A. F., Broom, D. 1990. *Farm Animal Behaviour and Welfare*. New York: CABI International. 437.
- Fraser A.F. 2008. Veterinarians and animal welfare--a comment. *Can Vet J*. 2008 Jan;49(1):8.
- Gade, P. B., Christensen, L. 1998. Effect of different stocking densities during transport on welfare and meat quality in Danish slaughter pigs. *Meat Science*. 48:237-247.
- Gallo, C., Gatica. 1995. Efectos del tiempo de ayuno sobre el peso vivo, de la canal y de algunos órganos en novillos. *Arch. Med. Vet*. 25: 69-77.
- Gallo, C., Pérez, S., Sanhueza, C., Basic, J. 2000. Efectos del tiempo de transporte de novillos previo al faenamiento sobre el comportamiento, las pérdidas de peso y algunas características de la canal. *Archivos de Medicina Veterinaria*. 32 (2): 157 - 170.
- Gallo, C., Espinoza, M., Basic, J. 2001. Efectos del transporte por camión durante 36 horas, con y sin período de descanso sobre el peso vivo y algunos aspectos de calidad de carne bovina. *Archivos de Medicina Veterinaria*. 33: 43-53.
- Gallo, C., Altamirano A., Uribe H. 2003 a. Evaluación del bienestar animal durante el manejo de bovinos previo al faenamiento en una planta faenadora de carnes. VI Jornadas Chilenas de Buiatría, Pucón (pp.107-108)
- Gallo, C. G., Lizondo T, Knowles. 2003 b. Effects of journey and lairage time on steers transported to slaughter in Chile. *Veterinary Record*. 152: 361-364.
- Gallo, C. 2007. Animal Welfare in the Americas. In: 18th Conference of the OIE Regional Commission for the Americas, Florianopolis, Brasil, 28 November - 2 December 2006. Compendium of Technical Items presented to the International Committee or to the Regional Commissions of the OIE. Editado por la OIE. pp: 151-166.

Gallo, C. 2005. Factores previos al faenamiento que afectan la calidad de las canales y la carne en los bovinos. En: Producción y manejo de carne bovina en Chile, Ed. Adrián Catrileo. Colección Libros INIA Nº 16, Capítulo XXIV. pp: 577-599.

Gallo, C., Tadich, N. A. 2005. Transporte terrestre de bovinos: efectos sobre el bienestar animal y la calidad de la carne. *Agro- Ciencia*. 21(2): 37 - 49.

Gallo, C. 2008. Using scientific evidence to inform public policy on the long distance transportation of animals in South America. *Veterinaria Italiana*. 44(1), 113-120.

Gallo, C., Tadich, T. A. 2008. Chapter 10: South America. In: Long distance transport and welfare of farm animals, Eds. M.C. Appleby, V. Cussen, L. Garcés, L. Lambert and J. Turner, 1st Ed. CABI, Wallingford, UK. pp: 261 - 287.

Geers, R., Bleus, E., Van Schie, T., Ville, H., Gerard, H., Janssens, S., Nackaerts, G., Decuyper, E., Jourquin, J. 1994. Transport of pigs different with respect to halothane gene: stress assessment. *Journal of Animal Science*. 72:2552-2558.

Geverink, N. A., Bu"hnemann, A. J., Burgwal, A. V., Lambooij, E.H., Blokhuis, H., Wiegant, V.M. 1998. Responses of slaughter pigs to transport and lairage sounds. *Physiol. Behav*. 63: 667-673.

Gispert, M., Diestre, A. 2000 a En: Jornada técnica: factores que afectan la eficiencia productiva y la calidad en el porcino Ed. IRTA, Vic, Barcelona.

Gispert, M., Faucitano, L., Oliver, M.A., Guardia, M.D., Coll, C., Siggins, K., Harvey, K., Diestre, A. 2000 b. A survey of pre-slaughter conditions, halothane gene frequency, and carcass and meat quality in five Spanish pig commercial abattoirs. *Meat Science*. 55:97-106.

González-Lozano, M., Sánchez-Aparicio, P., Mota-Rojas, D., Alonso-Spilsbury, M.L., Ramírez-Necochea, R., Becerril-Herrera, M., Lemus, F.C. 2007. Efecto del Transporte, Ayuno y Periodo de Reposo Pre-sacrificio en la Calidad de la Canal Porcina. México: Universidad Autónoma Metropolitana, Comunicaciones Técnicas No. 4.

González-Lozano, M., Orozco-Gregorio H., Mota-Rojas, D. 2010. Terapéutica en el control del estrés en animales de abasto durante el transporte a la planta de sacrificio. En: Bienestar Animal y Calidad de la Carne. (Eds.) Mota-Rojas, D. y Guerrero-Legarreta, I. Editorial BM Editores. México. pp:171-185.

Guardia, M. D., Estany, J., Balasch, S., Oliver, M. A., Gispert, M., Diestre, A. 2004. Risk assessment of PSE condition due to pre-slaughter conditions and RYR1 gene in pigs. *Meat Science*. 67:471-478.

- Guardia, M.D., Estany, J., Balasch, S., Oliver, M.A., Gispert, M., Diestre, A. 2005. Risk assessment of DFD meat due to pre-slaughter conditions in pigs. *Meat Science*. 70:709-716.
- Guise, H.J., Riches, H.L., Hunter, B.J., Jones, T.A., Warriss, P.D., Kettlewell, P.J. 1998. The effect of stocking density on transit on carcass quality and welfare of slaughter pigs. *Meat Science*. 50:439-446.
- Grandin, T. 1994. Euthanasia and slaughter of livestock. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 204:1354-1360.
- Grandin, T. 1996. Animal welfare in slaughter plants. 29th Annual Conference of American Association of Bovine Practitioners Proceedings; 1996 sept. 12-15; San Diego, California. Association of Bovine Practitioners. 22-26.
- Grandin, T. 1997. Assessment of stress during handling and transport. *J Anim Sci*. 75:249-257.
- Grandin, T. 2000 a. Beef cattle behavior, handling and facilities design. Grandin *Livestock Systems*, 2^a Ed. 226 p.
- Grandin, T. 2000 b. Introduction: management and economic factors of handling and transport. En: Grandin T. (ed.): *Livestock Handling and Transport*. 2nd ed. UK: CAB International. pp. 1-14.
- Grandin, T. 2001. Solving return to sensibility problems after electrical stunning in commercial pork slaughter plants. *Journal American Veterinary Medical Association*. 219:608-611.
- Grandin, T. 2003 a. El bienestar de los cerdos durante su transporte y faena. *Pig News and Information*. 24 (3):83-90.
- Grandin, T. 2003 b. Transferring results of behavioral research to industry to improve animal welfare on the farm, ranch and the slaughter plant. *Applied Animal Behaviour Science*. 81:215-228.
- Grandin, T. 2004. Elementos de manejo y transporte. En: Galindo F, Orihuela A, (Eds.). *Etología Aplicada*. México DF: Universidad Nacional Autónoma de México, International Fund for Animal Welfare. 311-331.
- Grandin, T. 2010. Auditing animal welfare at slaughter plants. *Meat Science*; 86(1):56-65.
- Gregory, N. G. 1998. *Animal welfare and meat science*, CABI Pub., Wallingford, Oxon, UK.
- Gregory, N. G. 2001. Profiles of currents during electrical stunning. *Australian Veterinary Journal*. 79:844-845.

- Gregory, NG. 2008. Animal welfare at markets and during transport and slaughter. *Meat Science*; 80(1):2-11.
- Groot, J., Ruis, M. A., Scholten, J. W., Koolhaas, J. M., Boersma, W. J. 2001. Long-term effects of social stress on antiviral immunity in pigs. *Physiol Behav* 73: 145-58.
- Hambrecht, E., Eissen, J. J., Verstegen, M. W. 2003. Effect of processing plant on pork quality. *Meat Science*. 64:125-131.
- Hambrecht, E., Eissen, J. J., Nooijen, R. I. J., Ducro, B. J., Smits, C. H. M., den Hartog, L. A., Verstegen, M. W. A. 2004. Pre-slaughter stress and muscle energy largely determine pork quality at two commercial processing plants. *Journal of Animal Science*. 82:1401-1409.
- 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(2):440-448.
- Hartung, J., Nowak, B., Waldmann, K.H., Ellerbrock, S. 2002. CO2 stunning of slaughter pigs: Effects on EEG, catecholamines and clinical reflexes. *Dtsch Tierztl Wochenschr*. 109:135-139.
- Huertas-Canén, SM. 2010. Good handling practices during loading and transport to the slaughter. Chapter 4. In: Mota-Rojas D, Guerrero-Legarreta I, Trujillo-Ortega ME (eds) *Animal welfare and meat quality*. Editorial BM Editores, México. Distrito Federal, pp 69-80.
- Hughes, B. O. 1976. Behaviour as an index of welfare. *Proc Vth Europe Poultry Conf, Malta*.1005-1018.
- Hurd, H. S., McKean, J. D., Griffith, R. W., Wesley, I. V., Rostagno, M.H. 2002. *Salmonella enterica* infections in market swine with and without transport and holding. *Applied and Environmental Microbiology*. 68:2376-2381.
- Jain, N. C. 1993. *Essential of Veterinary Hematology*. USA: Lea & Febiger.
- Kaneko, J. J. 1997. Carbohydrate metabolism and its diseases. En: Kaneko JJ, Harvey JW y Bruss ML (Eds.). *Clinical Biochemistry of Domestic Animals* (pp. 45-81). San Diego: Academic Press Inc.
- Kim, J. Y., Bahnson, P. B., Troutt, H. F., Isaacson, R. E., Weigel, R., Miller, G. Y. 1999. *Salmonella* prevalence in market weight pigs before and after shipment to slaughter. *Proceedings of the 3^o International Symposium on the Epidemiology and Control of Salmonella in Pork*, Washington, D. C., 137-139.

Kusina, N. T., Sachikonye, S., Kusina, J., Ndiweni, P., Waran, N. 2003. Effect of on-farm treatment, transport and lairage times on bruising in slaughter pigs in Zimbabwe. *Pig Journal*. 52:91-97.

Laak V, Lane L. 2000. Denaturation of myofibrillar proteins from chicken as affected by pH, temperature, and adenosine triphosphate concentration. *Poultry Science*; 79:105-109.

Lambooj, B., Gerard, S., Merkus, M., Vorse, N., Pieterse. V. 1996. Effect of low voltage with a high frequency electrical stunning on unconsciousness in slaughter pigs. *Fleischwirtschaft*. 76:1327-1328.

Lawrie, R. T. 1997. *Ciencia de la carne*. Zaragoza, España: Acribia. Pp. 156 - 161.

Lebret, B., Meunier, M., Foury, A., Mormedes, P., Dransfield, E., Dourmad, Y. (2006). Influence of rearing conditions on performance, behavioral, and physiological responses of pigs to preslaughter handling, carcass traits, and meat quality. *J. Anim. Sci.* 84:2436-2447.

Lee, C. Y., Kim, D. H., Woo, J. H. 2004. Effects of stocking density and transportation time of market pigs on their behaviour, plasma concentrations of glucose and stress-associated enzymes and carcass quality. *Asian-Australasian Journal Animal Science*. 17(1):116-121.

Leheska, J. M., Wulf, D. M., Maddock, R. J. 2003. Effects of fasting and transportation on pork quality development and extent of post-mortem metabolism. *Journal Animal Science*. 80(12):3194-3202.

Ma, X., Yingcai, L., Jiang, Z., Zheng, C., Zhou, G., Yu, D., Cao, T., Wang, J., Chen, F. 2008. Dietary arginine supplementation enhances antioxidative capacity and improves meat quality of finishing pigs. *Amino Acids*. En línea: DOI 10.1007/s00726-008-0213-8.

Marrón, G. P. 2007. Effects of preslaughter pig welfare on food safety. *REDVET Rev. electrónica. vet.* <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> Vol. VIII, N° 12B.

McGlone, J. J., Salak, J. L., Lumpkin, E. A., Nicholson, R. I., Gibson, M., Norman, R. L. 1993. Shipping stress and social status effects on pig performance, plasma cortisol, natural killer cell activity, and leukocyte numbers. *Journal of Animal Science*. 71:888-896.

McKinstry, J. L., Anil, M. H. 2004. The effect of repeat application of electrical stunning on the welfare of pigs. *Meat Science*, 67: 121-128

Milligan, S. D., Ramsey C. B., Miller M. F., Kaster C. S., Thompson L. D. 1998. Resting pigs and hot fat trimming and accelerated chilling of carcasses to improve pork quality. *Journal of Animal Science*, 76:74-86.

Minka, N.S., Ayo, JO. 2009. Review: Physiological responses of food animals to road transportation stress. *African Journal of Biotechnology*; 8(25):7415-7427.

Morgan, J. B., Smith, G. C. 1995. Results of the "International Beef Quality Audit." The Final Report of the Second Blueprint for Total Quality Management in the Fed-Beef (Slaughter Steer/Heifer) Industry; 1995; Englewood, Colorado. Cattleman's Beef Association. 35-40.

Morón-Fuenmayor, O., Zamorano-García, L. 2004. Pérdida por goteo en carne cruda de diferentes tipos de animales. *RC v.14 n.1 Maracaibo feb.*

Morrow-Tesch, J. L., McGlone, J. J., Salak-Johnson, J. L. 1994. Heat and social stress effects on pig immune measures. *J Anim Sci*; 72: 2599-2609.

Mota-Rojas, D., Becerril-Herrera, M., Lemus, F.C., Alonso, S. M. L., Ramírez-Necochea. 2005a. Calidad de la Carne, Salud Pública e Inocuidad Alimentaria. México: Universidad Autónoma Metropolitana. Serie Académicos CBS No. 52. 353 pp.

Mota-Rojas, D., Becerril-Herrera, M., Lemus-Flores, C., Trujillo-Ortega, M. E., Ramírez-Necochea, R. y Alonso-Spilsbury, M. 2005b. Efecto del periodo de descanso previo al sacrificio sobre el perfil químico serológico y calidad de la canal en cerdos. *Memorias de XL Congreso Nacional AMVEC*; julio 13-17; León (Guanajuato) México: Asociación Mexicana de Veterinarios Especialistas en Cerdos, AC. 186.

Mota-Rojas, D., Becerril-Herrera, M., Lemus-Flores, C., Sanchez-Aparicio, P., González-Lozano, M., Olmos-Hernández, A., Ramírez-Necochea, R., Alonso-Spilsbury, M. 2006. Effects of mid-summer transport duration on pre- and post-slaughter performance and pork quality in Mexico. *Meat Science*. 73:404-412.

Mota-Rojas, D., Becerril-Herrera, M., Trujillo-Ortega, M.E., Alonso-Spilsbury, M., Flores-Peinado, S.C., Guerrero-Legarreta, I. 2009. Effects of pre-slaughter transport, lairage and sex on pig chemical serologic profiles. *J Anim Vet Advs* 8:246-250.

Mota-Rojas, D., González-Lozano, M., Guerrero-Legarret, I. 2010a. Transportation to the slaughterhouse. Chapter 4. *Handbook of Poultry Science and Technology, Volume 1: Primary Processing*, Edited by Isabel Guerrero-Legarreta and Y.H. Hui. Copyright© 2010 John Wiley & Sons, Inc. pp. 55-67.

- Mota-Rojas, D., Guerrero-Legarreta, I., Trujillo, O.M.E., Roldán-Santiago, P., Martínez-Rodríguez, R., Aguilera, E., Bermudez, C.A. 2010b. Factores predisponentes en la incidencia del músculo PSE en cerdos. En: Bienestar Animal y Calidad de la Carne. (Eds.) Mota-Rojas, D. y Guerrero-Legarreta, I. Editorial BM Editores. México. pp: 249-269.
- Mota-Rojas, D., Orozco-Gregorio, H., González-Lozano, M., Roldan-Santiago, P., Martínez-Rodríguez, R., Sánchez-Hernández, M. 2011. Therapeutic approaches in animals to reduce the impact of stress during transport to the slaughterhouse: A review. *Int. J. Pharmacol.*, 7: 568-578.
- Mounier, L., Dubroeuq, H., Andanson, S., Veissier, I. 2006. Variations in meat pH of beef bulls in relation to conditions of transfer to slaughter and previous history of the animals. *Journal of Animal Science*. 84:1567-1576.
- Murata, H., Shimada, N., Yoshioka, M. 2004. Current research on acute phase proteins in veterinary diagnosis: an overview. *The Veterinary Journal*. 168:28-40.
- Murray, A. C., Johnson, C. P. 1998. Impact of halothane gene on muscle quality and pre-slaughter deaths in Western Canadian pigs. *Canadian Journal of Animal Science*. 78:543-548.
- Newsholme, E.A., Blomstrand, E., Ekblom, B. 1992. Physical and mental fatigue: metabolic mechanisms and importance of plasma amino acids. *British Medical Bulletin*. 48: 477-495.
- NOM-024-Z00-1995. Norma Oficial Mexicana NOM-024-ZOO-1995, Especificaciones y características zoonosanitarias para el transporte de animales, sus productos y subproductos, productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo por éstos. *Diario Oficial de la Federación* 10-16-95.
- Novoa, H. 2003. Efectos de la duración y las condiciones del reposo en ayuno previo al faenamiento de los bovinos sobre las características de la canal. Memoria de Titulación, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile.
- Nowak, B., Mueffling, T.V., Hartung, J. 2007. Effect of different carbon dioxide concentrations and exposure times in stunning of slaughter pigs: Impact on animal welfare and meat quality. *Meat Sci* 75:290–298.
- O'Brien, P. J., Ball, R. O. 2006. Porcine stress syndrome. In *Diseases of swine*. 9th ed. Edited by: Straw, B., Zimmerman, J.J., D'Allaire and Taylor, D.J. Iowa. Blackwell publishing. Pp. 945-963.

OIE. Organización Mundial de Sanidad Animal. 2005. Código Sanitario para los Animales Terrestres, 2005. Introducción a las directrices para el bienestar animal, anexo 3.7.1; Directrices para el transporte de animales por vía terrestre, anexo 3.7.3; Directrices para el sacrificio de animales destinados al consumo humano, anexo 3.7.5.

Omojola, A.B. 2007. Carcass and organoleptic characteristics of duck meat as influenced by breed and sex. *Poultry Science*; 6(5):329-334.

O'Neill, D. J., Lynch, P. B., Troy, D. J., Buckley, D. J., Kerry, J. P. 2003. Influence of the time of year on the incidence of PSE and DFD in Irish pigmeat. *Meat Science*. 64; 105-111

Peinado, V. I., Fernández-Arias, A., Zabala, J.L., Palomeque, J. 1993. Effect of captivity on the blood composition of Spanish ibex (*Capra pyrenaica hispana*). *Veterinary Record*. 137:5588-591.

Pérez-Álvarez, J. A. 2006. Color. En: *Ciencia y Tecnología de Carnes*. Y.H. Hui, I. Guerrero-Legarreta y M. R. Rosmini (editores). México: Noriega. p. 634.

Pérez, M. P., Palacio, J., Santolaria, M. P., Acena, M. C., Chacón, G., Gascón, M., Calvo, J. H., Zaragoza, P., Beltran, S., García-Belenguer, S. 2002. Effect of transport time on welfare and meat quality in pigs. *Meat Science*. 61:425-433.

Peeters, E., Neyt, A., Beckers, F., de Smet, S.M., Aubert, A.E., Geers, R. 2005. Influence of supplemental magnesium, tryptophan, vitamin C, and vitamin E on stress responses of pigs to vibration. *Journal Animal Science*. 83(7):1568-1580.

Perremans, S., Randall, J. M., Allegaert, L. M., Stiles, A., Rombouts, G., Geers, R. 1998. Influence of vertical vibration on heart rate of pigs. *Journal of Animal Science*. 76:416-420.

Perremans, S., Randall, J.M., Rombouts, G., Decuyper, E., Geers, R. 2001. Effect of whole body vibration in the vertical axis on cortisol and adrenocortical hormone levels in piglets. *Journal Animal Science*. 79:975-981.

Piñeiro, M., Piñeiro, C., Carpintero, R., Morales, J., Campbell, F., Eckersall, P. Thousaind, J.M.M., Lampreave, F. 2006. Characterisation of the pig acute phase protein response to road transport. *Veterinary Journal*. 173:669-674.

Piñeiro, M., Piñeiro, C., Carpintero, R., Morales, J., Campbell, F. M., Eckersall, P. D., Tousaint, M. S. M., Lampreave, F. 2007. Characterisation of the pig acute phase protein response to road transport. *Veterinary Journal*. 173:669-674.

Pollard, J. C., Littlejohn, R. P., Asher, G. W., Pearse, A. J. T., Stevenson-Barry, J. M., Mcgregor, S. K., Manley, T. R., Duncan, S. J., Sutton, C. M., Pillock, K., Prescott, J. 2002. A comparison of biochemical and meat quality variables in

red deer (*Cervus elaphus*) following either slaughter plant. *Meat Science*. 60:85-94.

Prändl, O., Fischer, A., Shmidhofer, T., Sinell, H. 1994. Tecnología e higiene de la carne. *Acribia*. Zaragoza, España. Pp. 19-34, 124-126

Quiroga, T. G., García, S. J. L. 1994. Manual para la Instalación del Pequeño Matadero Modular de la FAO, No. 20. Roma Italia: FAO. Estudio FAO Producción y Salud Animal. 250.

Raj, A. M., Gregory, N. G. 1995. Welfare implications of gas stunning of pigs. Determination of aversion to the initial inhalation of carbon dioxide or argon, *Animal Welfare*, 4, 273-280.

Raj, A. B., Johnson, S. P., Wotton, S. B., McInstry, J. L. 1997. Welfare implications of gas stunning of pigs. The time of loss to somatosensory evoked potentials and spontaneous electrocorticograms of pigs during exposure to gases. *Veterinary Record*. 153:329-339.

Raj, A.B. 1999. Behaviour of pigs exposed to mixtures of gases and the time required to stun and kill them: welfare implications. *Vet Rec*. 1999 Feb 13;144(7):165-8.

Ross, M. H. 2002. Animal stunning system, U.S. Patent 6,471, 576, B1, October 20, 2002.

Rundgren, M., Lundstrom, K., Edfors-Lilja, I., Juneja, R.K. 1990. A within-litter comparison of the three halothane genotypes. 1. Piglet performance and effects of transportation and amperozide treatment at 12 weeks of age. *Livestock Production Science*. 26:137-153.

Saco, Y., Docampo, M. J., Fabrega, E., Manteca, X., Diestre, A., Lampreave, F., Bassols, A.. 2003. Effect of stress transport on serum haptoglobin and pig-MAP in pigs. *Animal Welfare*. 12:403-409.

Sánchez-Chiprés, D. R., Villagómez, D., Galindo-García, J., Ayala-Valdovinos. 2008. Productive performance of carriers pigs of halothane gene under no controlled climate. *REDVET: Vol. IX, N° 5*.

Sánchez-Zapata, E., Navarro, R.C., Sayas, B.M.E., Sendra, N.E., Fernández, L.J., Pérez-Álvarez, J.A. 2010. Efecto de las condiciones antemortem y postmortem sobre los efectos que determinan la calidad de la carne. En: *Bienestar Animal y Calidad de la Carne*. (Eds.) Mota-Rojas, D. y Guerrero-Legarreta, I. Editorial BM Editores. México. pp: 329-349.

Schaefer, A. L., Jones, S. D. M., Stanley, R. W. 1997. The use of electrolyte solutions for reducing transport stress. *Journal Animal Science*. 75:258-265.

- Shaw, F.D. and Trout, G.R. 1995. Plasma and muscle cortisol measurements as indicators of meat quality and stress in pigs. *Meat Sci.*, 39: 237-246.
- Sevenije, B., Schreurs, G.J., Winkelman, F., Gerritzen, A.H., Korf, A.M., Lambooi, J.E. 2002. Effects of feed deprivation and electrical, gas and captive needlestunning on early postmortem muscle metabolism and subsequent meat quality. *Poultry Science*; 81:561-571.
- Shaw, F. D., Trout, G.R. 1995. Plasma and muscle cortisol measurements as indicators of meat quality and stress in pigs. *Meat Science*. 39:237-246.
- Shea-Moore, M. 1998. The effect of genotype on behavior in segregated early weaned pigs in an open field. *Journal Animal Science*. 76(Suppl. 1):100.
- Silva, J. R., Tomic, G., Caviaras, E., Mansilla, A., Oviedo, P. 2005. Estudio de la Incidencia del Reposo Ante mortem 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.
- Śmiecińska, K., Denaburski, J., Sobotka, W. 2011. Slaughter value, meat quality, creatine kinase activity and cortisol levels in the blood serum of growing-finishing pigs slaughtered immediately after transport and after a rest period. *Pol J Vet Sci* 14:47-54.
- Sterten, H., Oksbjerg, N., Froystein, T., Ekker, A., Kjos, N. (2010). Effects of fasting prior to slaughter on pH development and energy metabolism post-mortem in M. Longissimus dorsi of pigs. *Meat Science* 84, 93-100.
- Sutherland, M. A., McDonald, A., McGlone, J. J. 2009. Effects of variations in the environment, length of journey and type of trailer on the mortality and morbidity of pigs being transported to slaughter. *The Veterinary Record*. 165:13-18.
- Tadich, N., Ge, C., Alvarado, M. 2000. Effects of 36 hour transport by land with and without rest, on some blood traits indicative of stress in bovines (In Spanish). *Archivos de Medicina Veterinaria*. 32(2):171-183.
- Tadich, N., Gallo, C., Echeverría, R., Van Schaik, G. 2003. Efecto del ayuno durante dos tiempos de confinamiento y de transporte terrestre sobre algunas variables sanguíneas indicadoras de estrés en novillos. *Arch Med Vet* 35, 171-185.
- Tadich, N., Gallo, C., Bustamante, H., Schwerter, M., Van Schaik, G. 2005. Effects of transport and lairage time on some blood constituents of Friesian-cross steers in Chile. *Livest Prod Sci* 93, 223-233.

- Troeger, K., Wolstersdorf, W. 1991. Gas anesthesia of slaughter pigs. *Fleischwirtsch International*. 4:43-49.
- Vanda, B. 2007. Necesidades y beneficios de una ley general de bienestar animal. México: Universidad Nacional Autónoma de México, International Fund for Animal Welfare. 32.
- Varnam, A. H., Sutherland, J. P. 1998. Carne y Productos Cárnicos. En: *Tecnología, Química y Microbiología*. Acribia, Zaragoza. p. 438.
- Velarde A., Gisper, M., Faucitano, L., Manteca, X., Diestre, A. 2000a. The effect of stunning method on the incidence of PSE meat and haemorrhages in pork carcasses. *Meat Science*. 55:309-314.
- Velarde, A., Gispert, M., Faucitano, L., Manteca, X., Diestre, A. 2000b. Survey of the effectiveness of stunning procedures used in Spanish abattoirs. *Veterinary Record*. 146:65-68.
- Velazco, J. 2001. Prevención de PSE en carne de cerdo. *Cerme Tec*. Nov/Dic: 28-29, 32 y 34.
- Von Borell, E., Schäffer, D. 2005. Legal requirements and assessment of stress and welfare during transportation and pre-slaughter handling of pigs. *Livestock Production Science*. 97:81-87.
- Warner, R. D., Eldridge, G.A., Winfield, C. G. 1990 En: *Proj. DAV74P – Final Report*, Canberra, Australia.
- Warriss, P. D. 1990. The handling of cattle pre-slaughter and its effects on carcass and meat quality. *Applied Animal Behaviour Science* 28: 171-186.
- Warriss, P. D. 1992. Animal welfare. Handling animals before slaughter and the consequences for welfare and product quality. *Meat Focus International* (July): 135-138.
- Warriss, P. D. 1994. Ante-mortem handling of pigs. En: Cole DJA, Wiseman J y Varley MA (Eds.) *Principles of Pig Science*. pp. 425-432. UK: Nottingham University Press.
- Warriss, P. D., Brown, S.N., Adams, S.J.M. 1994. Relationship between subjective and objective assessment of stress at slaughter and meat quality in pigs. *Meat Science*. 38:329-340.
- Warriss, P. D. 1998 a. Choosing appropriate space allowances for slaughter pigs transported by road: A review. *Veterinary Record*. 142:449-454.

Warriss, P. D. 1998 b. The welfare of slaughter pigs during transport. *Animal Welfare*. 7:365-381.

Warriss, P. D. 2000. Chapter 7: The effects of live animal handling of carcass and meat quality. *Meat Science an introductory text*. Londres: CABI Publishing. pp. 131-155.

Warriss, P. D. 2003. Optimal lairage times and conditions for slaughter pigs: a review. *Veterinary Record*, 153:170-176.

Warriss, P. D. 2004. Insensibilización y sacrificio de bovinos. *Informativo sobre carne y productos cárneos (Universidad Austral de Chile) N° 31*: 77-79.

Weaver, S. A., Dixon, W. T., Schaefer, A. L. 2000. The effects of mutated skeletal ryanodine receptors on hypothalamic-pituitary-adrenal axis function in boars. *Journal of Animal Science*. 78:1319-1330.

Webster, J. 1994. *Animal Welfare: A Cool Eye Towards Eden*. Oxford, UK: Blackwell Science. 273.

Webster, A. J. F. 1998. Assessment of Welfare State: The 'Five Freedoms'. *Naturwissens-chaften*. 85:262-269.

Werner, M., Gallo, C. 2008. Effects of transport, lairage and stunning on the concentrations of some blood constituents in horses destined for slaughter. *Lives Sci.*, 115: 94-98.

White, R. G., DeShazer, J. A., Tressler, C. J., Borchert, G.M., Davey, S., Warninge, A., Parkhurst, A. M., Milanuk, M. J., Clems, E. T. 1995. Vocalizations and physiological response of pigs during castration with and without anesthetic. *Journal of Animal Science*. 73:381- 386.