



Implicaciones, tendencias y perspectivas del transporte de larga distancia en el ganado bovino. Revisión



Marcela Valadez Noriega ^{a*}

Genaro Cvabodni Miranda de la Lama ^b

^a Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Coyoacán, Ciudad de México, México.

^b Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Lerma. Departamento de Ciencias de la Alimentación. Estado de México, México.

* Autor de correspondencia: mvz.mvaladez@outlook.com

Resumen:

El creciente comercio internacional, el crecimiento poblacional y su consecuente demanda de proteínas de origen animal en los países en vías de desarrollo y emergentes, han dado lugar a un considerable aumento en el número de animales criados, transportados y procesados en todo el mundo. Esto ha derivado en un aumento de la distancia recorrida y el tiempo de viaje, estimulando ciertas mejoras en la infraestructura ganadera; camiones con mayor autonomía; capacidad de carga y adaptados a las necesidades biológicas de los animales; reducción de costos de operación; y liberalización de restricciones zoonosológicas que facilitan el comercio internacional. La presente revisión hace un análisis pormenorizado y actualizado del transporte de larga distancia con una visión de conjunto. Si se toma en cuenta que la tendencia actual es aumentar el tiempo del transporte, escalas logísticas y transportes mixtos, es necesario desarrollar sistemas de evaluación y toma de decisiones con herramientas y protocolos que minimicen el coste biológico en el ganado bovino.

Palabras clave: Bienestar animal, Transportes larga distancia, *Bos indicus*, *Bos taurus*, Calidad de carne.

Recibido: 14/02/2018

Aceptado: 24/07/2019

Introducción

El transporte es una etapa inevitable en la vida de un animal de producción con fines diversos como la cría, engorda, venta, matanza, reproducción y espectáculo⁽¹⁾. Numerosas evidencias indican que el transporte es un procedimiento novedoso, invasivo, aversivo y muy exigente en términos físicos para los animales⁽²⁾. Incluyendo estímulos novedosos como señales sonoras, visuales y olfativas; mezcla social; vibración; variaciones de temperatura; riesgo de lesión, restricción espacial, ayuno y acceso limitado al agua⁽³⁾. El efecto directo del transporte tiene implicaciones en el bienestar, salud animal y calidad de la carne⁽⁴⁾. Actualmente existe un interés creciente de la cadena de producción de carne por la inocuidad y calidad de los alimentos, se busca incorporar compromisos de producción sostenible y promover el bienestar animal en la búsqueda del nuevo concepto de calidad^(5,6). La globalización actual del comercio y la creciente demanda de proteínas de origen animal, han dado lugar a un considerable aumento en el número de animales criados, transportados y procesados para matanza en todo el mundo⁽⁷⁾. El comercio internacional se facilita desarrollando cadenas de suministros más completas y eficientes, gracias a mejoras en la infraestructura ganadera; camiones más autónomos y diseños especializados; reducción de costos de operación; y liberalización de restricciones zoosanitarias⁽⁸⁾. En este contexto, el transporte de larga distancia es un elemento estratégico de la industria ganadera.

En algunos países debido a las condiciones climáticas, la producción interna es limitada y la importación de ganado en pie es necesaria para abastecer a los mercados cárnicos. En otros, los centros de cría y engorda se encuentran distantes unos de otros, debido a la disponibilidad de alimento y condiciones climáticas, en donde los animales nacen y son criados en zonas de pastoreo debido a la disponibilidad de forraje a bajo costo, y son enviados para su finalización a centros de engorda intensiva. Otros países prefieren la importación de ganado en pie, ya que por motivos religiosos los animales deben estar vivos al momento del sacrificio Halal o Kosher^(9,10). Otros flujos transfronterizos de ganado tienen lugar debido a la atracción del valor agregado, tal es el caso de la certificación que ofrece el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) mediante un etiquetado de “carne de vacuno mejorada”, lo que promueve la exportación de ganado en pie desde Canadá para su matanza en los Estados Unidos de América (EUA), con recorridos muy prolongados que resultan en pérdidas elevadas⁽¹¹⁾. Adicionalmente, la especialización por especie de muchos rastros que están situados en puntos estratégicos cercanos a los canales

de comercialización, ha dado lugar a recorridos muy prolongados desde la granja hacia estos rastros⁽¹²⁾.

Es indispensable señalar la importancia económica que representa el comercio de exportación de animales en pie, el cual proporciona gran cantidad de empleos directos e indirectos, en el sector del transporte, logística y acopio. Sin embargo, es muy probable que una planificación regional a gran escala permitiría la redistribución de los centros de matanza cercanos a los lugares de producción, de tal manera que el tiempo de transporte fuera reducido, además de buscar la sustitución paulatina de la exportación de ganado en pie a exportación de carne⁽¹³⁾. Debido a la geografía, las condiciones comerciales y la distribución de los centros de producción ganadera en América Latina, los viajes de larga distancia son más una regla que una excepción. Las normativas de estos países suelen ser mucho más laxas en términos de distancia en comparación con las normativas europeas. El presente trabajo hace una revisión actualizada sobre el transporte de larga distancia de ganado desde una perspectiva de distintos países con situaciones muy particulares dadas por diferentes factores que serán mencionados como la ubicación geográfica del país; procesos previos al transporte; diseño, densidad de carga y micro-ambiente de los vehículos; así como las investigaciones actuales de los riesgos asociados al conductor y los efectos que pueden tener cada uno de estos factores sobre la cadena de la carne bovina.

Tipología de los viajes de larga distancia

Los viajes de larga distancia pueden clasificarse en viajes de repoblación o de vida y viajes para matanza. Históricamente, el ganado para matanza inmediata había dominado el comercio, pero en el nuevo siglo ha habido un rápido crecimiento en la cantidad de ganado de “media engorda” al que se le busca dar valor agregado antes de la matanza mediante su engorda y finalización, incluyendo los machos del sector lechero. Por ello, es cada vez más común que el ganado sea transportado varias veces durante su vida⁽¹⁴⁾, estimando 296 millones de cabezas de ganado bovino para carne transportadas a nivel mundial para el año 2005, algunos de ellos transportados más de una vez⁽¹¹⁾; las razones principales incluyen: venta para repoblación de hatos, cambio de dueño, búsqueda de fuentes de suministro más baratas o abundantes (pastos y agua), cría o remplazo de ganado para reproducción, abastecimiento de unidades de engorda intensivas, subastas, espectáculos y ferias ganaderas⁽¹⁾. El agrupamiento y el manejo inapropiado del ganado, sobre todo en aquellos extraídos de sistemas extensivos, resulta en animales con altos niveles de estrés al inicio del viaje. Si el agrupamiento es prolongado, es conveniente darles tiempo para recuperarse en el corral pre-carga. Es importante destacar que animales con poco contacto con el humano o temperamento agresivo, tendrán mayores posibilidades de estresarse y lesionarse a los manejadores, debido a la respuesta excesiva o a la agresión inducida por el miedo^(9,15). Si bien no existen suficientes datos, se ha propuesto que la experiencia previa puede afectar la

respuesta de miedo de un animal y puede ser responsable de los resultados variables reportados en los estudios de transporte⁽¹⁵⁾; aunque otros estudios han demostrado que el ganado más dócil pierde menos peso durante el transporte y tiende a una recuperación más rápida una vez que continúa con su ciclo productivo⁽¹⁶⁾.

Antiguamente el transporte de ganado con fines reproductivos era una necesidad para el mejoramiento genético, sin embargo, con las nuevas biotecnologías este transporte se volvió poco práctico. El punto de partida fue la inseminación artificial en especies domésticas, la cual toma origen en 1779, mientras que a partir de 1890 otra técnica reportada como exitosa es la transferencia de embriones⁽¹⁷⁾ y la fertilización *in vitro* en 1973⁽¹⁸⁾. A nivel mundial, más de 750,000 embriones se producen anualmente a partir de donantes superovuladas y más de 450,000 embriones se producen utilizando técnicas *in vitro*⁽¹⁷⁾. Si bien el desarrollo de estas tecnologías fue realizado con fines de mejoramiento genético, la cantidad de ganado que no debió ser transportado con fines de reproducción debe haber disminuido notablemente a partir del siglo XVIII, en el cual comenzaba tan solo la inseminación artificial. Por otra parte, las exposiciones, ferias y subastas siguen teniendo como esquema la presencia física del ganado, lo que hace que el transporte sea una constante; a nivel internacional existen esfuerzos para eliminar esta práctica usando un sistema vía internet o televisión⁽¹⁹⁾, ejemplo de ello son las subastas en Europa, EUA y recientemente en Argentina, Brasil y Colombia; en estas subastas, el transporte de los animales únicamente se realiza una vez que se tiene un comprador asegurado, sin embargo, este campo aún no ha sido estudiado y la información disponible es escasa por lo que representa un área importante de estudio al formar parte de la industria ganadera actual, en donde el uso de la tecnología facilita la comercialización del ganado y se tiene la tendencia a disminuir o desaparecer manejos que sean innecesarios para los animales.

Los viajes de repoblación incluyen movimientos entre países, entre granjas del mismo país o dentro de una misma propiedad⁽²⁰⁾. Por ejemplo, México es el mayor socio comercial de EUA introduciendo animales en pie, el comercio consiste en animales con un mínimo de sangre de razas cebuinas para abastecer unidades de engorda o “feedlots” de dicho país⁽²¹⁾. Por otro lado, el abasto y consumo interno de México depende del ganado originario de la región tropical y subtropical del sureste y países de América Central⁽²²⁾, dicho abasto consiste en el traslado de animales en viajes de larga distancia de los cuales aún existe poca información. Es necesario profundizar más en la investigación de los viajes de repoblación sobre todo por las repercusiones en la salud y bienestar de los animales; de esta forma las autoridades competentes contarán con un antecedente para establecer reglas y regulaciones sobre las condiciones antes, durante y después del transporte, además de considerarse aspectos como el estado ideal de un animal para ser transportado, tiempos máximos de transporte y de restricción de agua y alimento dependiendo de la región⁽²³⁾.

Tendencias normativas internacionales

El transporte de ganado es una parte importante de las preocupaciones de los gobiernos, las organizaciones de protección animal y consumidores en general, debido a la percepción de una ausencia de bienestar en este eslabón de la cadena, así como las posibles consecuencias en la calidad e inocuidad del producto⁽²⁴⁾. Una mala imagen durante los viajes o el manejo de accidentes hacen que la percepción sobre las actividades de transporte sean adversas⁽²⁵⁾. Existe legislación bien intencionada que puede tener consecuencias negativas para los animales, las regulaciones en el transporte de ganado no siempre se desarrollan tomando en consideración aspectos básicos para su bienestar⁽²⁶⁾. Por ejemplo, bajo la regulación de Canadá, el ganado puede ser privado de agua hasta por 57 h. También es posible que a los animales se les prive de alimento hasta por 81 h totales en un viaje a un rastro federal⁽¹¹⁾.

La Comunidad Europea tiene la legislación más exigente del mundo, en lo que se refiere al transporte de ganado bovino en términos de bienestar animal, estableciendo una duración máxima de 14 h de viaje, seguido de una hora de descanso para beber agua, pudiendo continuar con otro viaje de 14 h más. La secuencia anterior puede repetirse cuando los animales hayan sido descargados, alimentados, provistos de agua y hayan tenido un descanso de al menos 24 h^(27,28). A pesar de lo anterior, más de un millón de ciudadanos de la Comunidad Europea pidieron, exigieron, un límite general de 8 h de transporte. El Parlamento Europeo adoptó una declaración que sostiene un límite de 8 h para transporte del ganado⁽³⁾. La Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), desarrolló lineamientos para el bienestar en el transporte de ganado; sin embargo, los países signatarios y el sector exportador de ganado no están obligados a cumplirlos⁽²⁹⁾. Con panoramas muy opuestos, países como Sudáfrica, Kenia y algunos países de la comunidad Europea tienen legislación bien desarrollada en materia de bienestar y transporte de ganado; por otra parte países de Centro y Sudamérica poseen un marco legislativo deficiente, con un nivel de cumplimiento bajo en donde el conocimiento de la legislación está ausente, incluso en las partes interesadas⁽³⁰⁾.

Factores de estrés asociados a viajes largos

Factores asociados al proceso pre-transporte

Las actividades asociadas al transporte inician con el acopio de animales, en algunos países el agrupamiento puede comenzar 48 h previas a la carga del ganado debido a que debe ser agrupado a lo largo de grandes extensiones territoriales. La cantidad y duración de diversas prácticas de manejo previas a la carga del ganado como la mezcla de animales, privación de comida y agua representa un desafío que predispone a la deshidratación y gasto de energía⁽³¹⁾.

Los animales en malas condiciones, no tienen la misma capacidad para soportar largas duraciones de transporte. Para la evaluación de animales que sí pueden ser transportados han sido desarrolladas algunas directrices similares a las utilizadas en Europa, éstas establecen que un animal puede viajar si: puede caminar normalmente, soportando peso en las 4 patas; no padece ninguna enfermedad o lesión visible que pudiera dañarlo durante el transporte; puede mantenerse con el grupo tanto en la carga como en la descarga; puede ver con por lo menos 1 ojo; y si no se encuentra en el último tercio de gestación⁽¹⁵⁾. El proceso de carga es más estresante que la descarga, pero los riesgos en la integridad física del animal son similares en ambos casos⁽³²⁾. La carga de animales y las primeras etapas del transporte causan altos niveles de estrés; después de este periodo los animales son capaces de adaptarse al viaje, sin embargo a las 12 h los animales se fatigan y comprometen su salud, por lo que el viaje debería de interrumpirse^(33,34). Los estresores iniciarán una cascada de reacciones en el organismo, con la activación del sistema simpático-adrenomedular y eje hipotalámico-pituitario-adrenal, provocando un incremento en los niveles de catecolaminas y glucocorticoides⁽³⁵⁾, además de marcados efectos sobre el sistema inmune, claramente visibles en los animales de viajes para repoblación. Otras repercusiones se pueden manifestar varias semanas después de viaje, como ausencia de crecimiento, baja ganancia de peso y mortalidad, sobre todo en animales jóvenes o recién destetados⁽³⁶⁾.

La mayoría de las investigaciones sobre los efectos del transporte y su normatividad se han orientado a la distancia del viaje, por ejemplo, las 52 h máximas de viaje permitidas en Canadá antes del desembarque; las 28 h permitidas en EUA o las 30 h permitidas en la Unión Europea; sin embargo, es poco estudiado el tiempo total en que los animales se encuentran confinados en los vehículos, tiempo de espera antes de partir, tiempo de viaje, tipo de camino, cantidad y duración de paradas, tiempo de espera para descarga, entre otros^(37,38). Factores como el costo del transporte; especificaciones y diseño del camión; densidad de carga, vibraciones y movimiento; condiciones del micro-clima; condiciones climáticas y geográficas; planeación de rutas; factores asociados al conductor y riesgo de accidentes deben considerarse como un todo dentro de la logística del transporte⁽⁸⁾.

Diseño del transporte

Los vehículos para ganado deben ser diseñados, construidos y mantenidos de manera que protejan a los animales de las inclemencias del tiempo, temperaturas extremas, cambios adversos en las condiciones climáticas y lesiones. En general, se utilizan cuatro tipos de vehículos especializados: camiones pequeños ($\leq 3t$), unidades individuales (>13 m de longitud), semirremolques y doble semirremolque⁽³⁾. Para garantizar mayor confort durante el transporte son recomendables sistemas de bebederos y de ventilación, rampas personalizadas de acuerdo a la especie, techo, pisos antideslizantes, paredes laterales que eviten que cualquier parte del animal salga del camión, separaciones abatibles que permitan la separación de grupos más pequeños y fáciles de manejar, puertas laterales de inspección

y control de temperatura⁽³⁹⁾, sin embargo, el diseño del camión y su impacto en el bienestar ha sido pobremente estudiado⁽⁴⁰⁾. En Centro y Sudamérica los camiones pueden ser articulados o no, generalmente sin techo, con estructuras metálicas o de madera⁽¹³⁾. En países latinoamericanos existen leyes que pretenden evitar la crueldad hacia los animales, sufrimientos innecesarios y protegerlos. También existe una legislación sobre el transporte de animales para el consumo en la mayoría de los países, pero se ocupa principalmente de los requisitos sanitarios y de salud pública (limpieza de vehículos, inspección de salud animal *ante mortem* e inspección de carne *post mortem*), en lugar del bienestar de animales, tal es el caso de Paraguay, Perú, Colombia, Ecuador, Argentina, Venezuela y Uruguay⁽¹³⁾. En Brasil no existe legislación específica que regule el transporte de animales de granja, aunque la mayoría de las agencias gubernamentales y las grandes empresas de mataderos conocen las recomendaciones de la OIE. En México existe la “Norma Oficial Mexicana NOM-051-ZOO-1995, Trato humanitario en la movilización de animales”, la cual abarca diferentes especies animales, pero no está actualizada y cuyas especificaciones son pobres y poco específicas en cuanto al diseño del transporte. En Norte América, incluido México, el transporte de ganado generalmente se realiza en camiones con remolque conocidos como “pot-belly”⁽⁴¹⁾, poseen cubierta de aluminio y se encuentra dividido en cinco compartimentos: compartimento 1 (nariz), compartimento 2 (panza), compartimento 3 (cola o parte trasera), compartimento 4 (cubierta) y compartimento 5 (perrera o cocineta)⁽⁴²⁾. En Europa, lo más común son los camiones simples o con semi-remolque⁽⁴³⁾. La elección del camión dependerá en forma general del tipo y cantidad de ganado, las demandas específicas del mercado, duración del viaje y región geográfica⁽³⁾.

Densidad de carga

Desde el punto de vista económico, la densidad de carga puede incrementar o reducir los costos de operación por unidad⁽⁴⁴⁾. El espacio requerido por animal durante el transporte puede ser representado de tres formas: ($m^2/100\text{ kg}$), (kg/m^2) y por la cantidad de superficie utilizada por cada uno (m^2/animal). En otros estudios⁽⁴⁵⁾, concluyeron que el Espacio Disponible ($ED=m^2/\text{animal}$), y un coeficiente alométrico que incluye el peso vivo del animal ($k=ED/PV^{0.6667}$) era un mejor indicador sobre la disponibilidad de espacio para realizar comparaciones entre estudios en lotes con un peso homogéneos. El área utilizada por animal es proporcional a su área de superficie, un bovino de 400 kg debería transportarse en un área de 1.16 m^2 ⁽⁴⁵⁾.

Los conductores u operarios de la unidad deben de ser cuidadosos en cuanto a disponibilidad de espacio en sus camiones y tener conocimiento de las características de la especie a transportar (con cuernos o sin cuernos, animales de desecho, engorda, lecheros, recién destetados, etc.); lo anterior en conjunto con las limitaciones debidas al clima, permiten definir o alterar la densidad recomendada de carga⁽⁴⁶⁾. Cuando la densidad de carga es de menos animales por metro cuadrado, estos tienen más espacio para echarse,

pero si la forma de conducir o las condiciones del camino son pobres, será más fácil que los animales pierdan el equilibrio⁽⁴⁷⁾. En un estudio, se observó que al permitir 170 kg/m² (densidad situada por debajo de lo recomendado por el Consejo de Bienestar de los Animales de Granja de la USDA 360 kg/m²), los animales tienden a echarse durante el viaje⁽⁴⁸⁾. Eldridge y Winfield⁽⁴⁹⁾ examinaron los efectos de diferentes densidades sobre viajes largos, y aunque no se observaron efectos en el pH último de la carne (pHu), la incidencia de hematomas fue mayor con las densidades más bajas y más altas.

Vibración, movimiento y fatiga del ganado

Durante el viaje, los animales se encuentran expuestos a vibraciones verticales, laterales y horizontales. Los caminos sin pavimento o con fuertes corrientes de viento transmiten una mayor cantidad de vibraciones a los animales y la sensibilidad a éstas aumenta después de largos periodos de pie⁽⁵⁰⁾, produciendo fatiga, pérdida del centro de gravedad y resultando en caídas y lesiones⁽⁵¹⁾, además de realizar un mayor esfuerzo buscando apoyarse en el camión durante el frenado⁽⁵²⁾. Los viajes de larga distancia son tan demandantes en términos fisiológicos, que suelen tener efectos en la relación neutrófilo/linfocito (N/L), elevando la probabilidad de que los animales padezcan infecciones oportunistas⁽⁵³⁾. Gebresenbet *et al*⁽⁵⁰⁾ colocaron sensores de vibración en un camión con sistema de suspensión de aire y encontraron que los mayores niveles de vibración en los animales fueron de 2.27 ± 0.33 m/s² sobre caminos con grava a 70 km/h. Las vibraciones en dirección horizontal y lateral fueron menores en los animales ubicados en posición perpendicular a la dirección del camino. La exposición a vibraciones se puede reducir al evitar rutas en mal estado, caminos de grava o terracería, utilizar un camión que reciba mantenimiento y que sea operado por conductores entrenados.

Las etapas previas al viaje producen un gasto de energía adicional para hacer frente a las exigencias durante el transporte; sin embargo, los largos periodos de ayuno a los que son sometidos los animales, tendrá efectos negativos en la concentración de glucógeno muscular, dando lugar a un pHu elevado, que resultará en carne oscura, firme y seca o “dark, firm and dry” (DFD)^(34,54,55). En reportes recientes, se ha descrito el síndrome de fatiga del ganado o “fatigue cattle syndrome” (FCS), animales que desarrollan problemas de movilidad poco después de llegar a un matadero, similar al reportado en porcinos. El ganado manifiesta signos clínicos de taquipnea y dificultad respiratoria, pueden presentar cojeras, marcha rígida o posición de decúbito en ausencia de evidencia que indique lesión o enfermedad, además de concentraciones elevadas de lactato y de creatina quinasa (CK)⁽⁵⁶⁾.

Temperatura, micro-clima y ventilación

Estimaciones teóricas indican que en un remolque típico con densidad recomendada para bovinos de 500 kg, el calor producido en el interior sería de 13,400 watts, por lo que un sistema de ventilación es necesario⁽⁴⁾. Existen dos sistemas de ventilación: la ventilación pasiva (aberturas) y la activa (ventiladores). La pasiva está dada por aberturas a lo largo del camión y dependerá del movimiento y velocidad del camión⁽⁵⁷⁾. La activa, está controlada mediante sensores y utiliza ventiladores de extracción en entradas y salidas de aire⁽⁷⁾.

El micro-clima del camión (temperatura, humedad relativa e índice de temperatura y humedad) es afectado por el macro-clima, densidad de carga, flujo del aire, respiración, transpiración y secreciones de los animales, y tiene un amplio y potencial impacto en el bienestar, especialmente en condiciones ambientales adversas. En transportes de larga distancia aumenta la posibilidad de que los animales atraviesen distintas regiones climáticas⁽⁵⁸⁾. Por ejemplo, durante el transporte entre Canadá y EUA el rango de variación climática se encuentra entre -42 y 45 °C⁽³⁷⁾. En condiciones climáticas extremas, la temperatura dentro del camión tiene fuertes variaciones, por lo que el conductor debe estar pendiente de abrir o cerrar las aberturas de ventilación. En climas cálidos, la ventilación se dificulta por la densidad del aire y se recomienda la colocación de dispositivos que registren temperatura y humedad para que el conductor pueda tomar decisiones durante el viaje⁽³⁶⁾, así como evitar detener el camión por largos periodos, pues la temperatura interna aumenta rápidamente debido a la temperatura externa, falta de ventilación y la temperatura emitida por el ganado. En viajes de más de un día en estas condiciones de temperatura, las pérdidas de peso del ganado son muy evidentes⁽⁵⁹⁾. En climas fríos puede aumentar la incidencia de morbilidad post-transporte y lesiones en tránsito ocasionadas por congelación de partes del cuerpo más susceptibles⁽⁴⁶⁾. En climas fríos, el uso de paja como material de cama se recomienda para mejorar el confort de los animales y para mantener una temperatura más cálida. Condiciones de humedad alta deben ser evitadas durante climas fríos o cálidos, ya que tiene efectos negativos en la capacidad de termorregulación de los animales^(60,61). Según el aumento en la temperatura corporal, el punto crítico superior de las ovejas y del ganado es de alrededor de 24 a 26 °C. La mayoría de los mamíferos mueren cuando la temperatura corporal alcanza los 42 a 45 °C, lo que supera la temperatura corporal normal en unos 3 a 6 °C⁽⁶²⁾. La acumulación de amoníaco representa un riesgo en altas densidades y malas condiciones de ventilación, ya que se correlaciona con la temperatura y humedad presente en el aire⁽⁶²⁾.

Factores de riesgo asociados al conductor

La habilidad del conductor para controlar el camión afecta la calidad de la conducción. La aceleración, frenado, manejo en las curvas y forma de conducir afecta la habilidad de los

animales para mantener una postura estable, incrementando la excitabilidad, reactividad y lesiones en los animales⁽⁶³⁾. Por otra parte, las principales causas de accidentes en carretera durante el transporte de ganado en España, EUA y México están relacionada con la fatiga y mala toma de decisiones del conductor, resultado de largas jornadas laborales, mal diseño de las rutas y alteraciones de los ciclos del sueño⁽²⁵⁾. Un análisis sobre las fallas y accidentes de camiones articulados identificó que la forma más común de accidentes asociada al conductor, está relacionada con un error en la toma de decisiones durante la conducción⁽⁶⁴⁾, por ejemplo, el número de accidentes durante el transporte de ganado en México es desconocido; se ha observado que los conductores en este país, frecuentemente viajan a altas velocidades que influyen en el fracaso para lidiar con el control del camión en las curvas y en otros obstáculos que pueden presentarse en el camino⁽¹¹⁾.

Otros factores incluyeron la edad de conductor, debido a la combinación de experiencia y buena salud, la edad ideal para conducir camiones es entre los 28 y 54 años, conductores menores de 27 años obtuvieron mayores rangos de accidente/fatalidad, rango que vuelve a incrementarse en conductores mayores de 63 años⁽⁶⁵⁾. El consumo de alcohol, fatiga, y problemas crónicos de salud como el sobrepeso o la obesidad, son otros factores asociados con el conductor^(66,67). En un estudio realizado en España la mayoría de los accidentes involucraron el transporte de porcinos (57 %), bovinos (30 %), aves (8 %) y ovejas (5 %)⁽²⁵⁾; mientras que en otro estudio en EUA y Canadá, Woods y Grandin⁽⁶⁸⁾, se encontró que la especie más afectada eran los bovinos (56 %) y los porcinos (27 %). El 59 % de los accidentes ocurrieron entre las 2400 y las 0900 h y la mayoría fueron volcaduras, de manera similar a lo observado en un estudio realizado en México, en donde las volcaduras fueron el tipo de accidente más común (58.8 %) en transportes de larga distancia de ganado bovino⁽⁶⁷⁾; este tipo de estudios se realizan de manera retrospectiva y se basan en el análisis de reportes de periódicos, noticias, así como la aplicación de encuestas a conductores^(67,68). En este tipo de accidentes, los animales sobrevivientes suelen encontrarse aturdidos, desorientados y pueden sufrir dolor, estados de miedo y ansiedad, lo que vuelve más complicado su manejo y aumenta el riesgo de generar accidentes secundarios⁽³⁾. Por lo anterior, el entrenamiento de los conductores debería ser una prioridad para la cadena logística, cubriendo aspectos de comportamiento y bienestar de los animales y factores relacionados con el funcionamiento mecánico de sus camiones⁽⁴⁶⁾. La industria ganadera debe tomar acciones para reducir la fatiga y por consiguiente el riesgo de accidentes, los cuales resultan en pérdida de vidas humanas y animales e importantes pérdidas económicas en la cadena logística del transporte de animales. La única estrategia efectiva para prevenir la acumulación de fatiga es una interacción ergonómica del diseño del vehículo, y asegurarse que los conductores obtengan constantemente un sueño adecuado y de buena calidad⁽⁶⁶⁾.

Rutas y geografía

Las condiciones geográficas tienen fuerte influencia en los sistemas de producción de ganado y en las oportunidades de comercializarlo. En algunos casos, la localización geográfica de un país permite o dificulta intercambios internacionales y requiere de una variedad de transportes diferentes⁽⁶⁹⁾. En países como Chile, el tiempo de transporte del ganado no puede ser reducido debido a la típica geografía chilena y a la escasez de rutas apropiadas, encontrando tiempos de transporte de hasta 63 h⁽³⁶⁾. Brasil es otro ejemplo, con periodos muy prolongados de transporte debido a la extensión territorial⁽⁶⁾ y a la tendencia mundial de la reducción y especialización de las plantas de matanza⁽¹²⁾. Su sistema de redes de carreteras tiene más de 1.6 millones de km, y las condiciones del transporte varían dependiendo de las características geográficas. Gran parte de las carreteras se encuentran sin pavimentar y con frecuencia en malas condiciones, situación que se agrava sobre todo en época de lluvias, incrementando la duración del viaje, el número de camiones descompuestos, puentes rotos y accidentes en el camino⁽¹³⁾.

Impactos en el bienestar y la productividad

El efecto de los viajes prolongados sobre el ganado, es un tema de importancia en materia económica y de salud animal. Se ha demostrado que este tipo de viajes, como ocurre en la Patagonia Chilena, provocan pérdida significativa de peso corporal⁽³⁶⁾, prolongando la recuperación física del ganado en el destino final.

Pérdida de peso vivo, morbilidad y mortalidad

La pérdida de peso vivo en el ganado es probablemente el efecto económico más significativo del transporte. En un estudio con un grupo de novillas transportadas 518 km (8 h), con una temperatura ambiente máxima de 32.2 °C, se redujo el peso vivo en un 6 % luego del transporte⁽⁴⁸⁾. La pérdida de peso es el efecto más notorio en primera instancia; pero un factor elemental es el tiempo de recuperación transcurrido antes de comenzar a generar ganancia de peso en los animales trasladados a centros de engorda. Loerch y Fluharty⁽⁷⁰⁾ reportaron que un periodo de privación de alimento y agua por encima de las 72 h aunado a 8 h de transporte, reduce el total de protozoarios ruminales. Por otra parte, la deshidratación puede aparecer en animales transportados por largas distancias sobre todo en climas cálidos-secos o muy fríos, cuando el flujo del aire a través del camión es alto. La provisión de pequeñas cantidades de nutrientes o de electrolitos con una tonicidad correcta inmediatamente antes y después del transporte, reduce la deshidratación del tejido y el catabolismo de las proteínas musculares, el glucógeno y los lípidos, además de reducir los desequilibrios ácido-base y electrolíticos⁽⁷¹⁾.

Otra preocupación, es el riesgo que tienen los animales de enfermar o morir debido a la variabilidad de condiciones climáticas y exposición a toxinas, entre otros factores⁽⁵⁾. La muerte o enfermedad de los animales puede experimentarse durante el transporte con efectos incluso varias semanas después de haber llegado al lugar de destino. Una de las afecciones más importantes en el ganado bovino en sistemas intensivos es la enfermedad respiratoria del bovino o “bovine respiratory disease”. Esta enfermedad se presenta de forma más común en ganado joven, pero también se incrementa por el proceso de transporte a las unidades de engorda. En EUA se ha determinado que afecta al 14.4 % del ganado que entra a las unidades de engorda⁽⁷²⁾. La respuesta inmune del ganado transportado generalmente se encuentra suprimida por las altas concentraciones de cortisol asociadas al estrés⁽⁷³⁾, por lo que la enfermedad suele manifestarse días o semanas posteriores a la llegada.

Se debe tener especial cuidado con las lesiones que el ganado pudo haber sufrido durante el transporte, debiendo cuidar heridas abiertas y mantener en observación a los animales que presentan dificultad para desplazarse que deberán ser tratados con antiinflamatorios y analgésicos para facilitar su recuperación. El síndrome de fatiga del ganado antes mencionado, debe ser considerado en el caso de animales con problemas de movilidad inmediatamente después del transporte⁽⁵⁶⁾; este síndrome se acentúa en el ganado *Bos indicus*, que es más temperamental y tiende a echarse y “rendirse” en camiones con alta población de ganado⁽¹⁾, presentando mayor dificultad para adaptarse a las condiciones de confinamiento; sin embargo, hay poca información en la literatura sobre este síndrome y los trabajos realizados no muestran información consistente, por lo que se necesita mayor información al respecto. La mortalidad durante el transporte es el reflejo de un problema grave de bienestar, incluyendo no sólo animales muertos a la llegada (Death on arrival - DOA) sino también todos aquellos animales que aparentemente no presentan lesiones (Non ambulatory, non injured – NANI) que mueren posteriormente⁽⁷⁴⁾. Registros de mortalidad durante el transporte en condiciones comerciales y experimentales han demostrado que ésta puede incrementarse por temperaturas altas o muy bajas, viajes de larga distancia o en el transporte de animales muy jóvenes^(75,76). La mortalidad en el transporte es variable y dependiente de distintos factores. Animales que llegan a perder 10 % de su peso corporal durante el transporte tienen mayor probabilidad de morir o convertirse en animales no ambulatorios. La mortalidad también aumenta con menor disponibilidad de espacio en el transporte^(37,38).

Hematomas

Las lesiones y daños a la canal ocasionados por prácticas inadecuadas de transporte, o viajes de larga distancia afectarán la severidad de los hematomas y, por tanto, el grado de calidad de la canal y de la carne. De acuerdo a los requerimientos actuales del mercado, los animales deben ser transportados de una manera que evite este tipo de daños. La reducción

en los daños a la canal sugeriría mejores condiciones de bienestar y por ende una mayor calidad ética del producto. La presencia de hematomas en la canal puede estar asociada a diferentes factores; durante un experimento, la cantidad de hematomas fue mayor en hembras que en machos, asimismo, las lesiones más severas se encontraron en vacas viejas y no en novillas, lo que podría deberse a que la mayoría de estas vacas tienen una condición corporal más baja (menos cantidad de músculo y grasa subcutánea); en este estudio los hematomas relacionados al transporte se observaron en color “rojo oscuro” y por tanto considerados de una edad menor o igual a 24 h y fueron encontrados a los costados, alrededor de los huesos de la cadera (tuberosidad isquiática) lo cual puede relacionarse con el contacto que tienen el ganado con las paredes laterales del vehículo, hematomas que además se vieron incrementados conforme se incrementó la densidad animal⁽³¹⁾. En el caso de machos, el comportamiento de monta y “cabezazos” que son conductas comunes en el ganado de carne, se relacionan con un incremento en los hematomas sobre todo en los corrales de espera⁽⁷⁷⁾; para el estudio en cuestión, la aparición de este comportamiento no pudo relacionarse con hematomas.

Estrategias para disminuir el estrés en viajes de larga distancia

La producción y transporte de ganado en pie continuarán siendo estimulados por la creciente población humana⁽⁷⁸⁾, pero si se lograra la integración de las actividades dentro de la cadena logística se tendrían las siguientes ventajas: 1) reducción de distancia y tiempo mediante optimización de rutas; 2) mejorar el bienestar animal; 3) expandir el área de mercado para los productores; 4) disminuir los costos de operación e incrementar la competitividad; 5) reducir emisiones de dióxido de carbono (CO₂); 6) mejorar la trazabilidad para las autoridades y el consumidor; 7) estrechar la participación entre productores, distribuidores, comerciantes y consumidores; 8) promover el intercambio de conocimiento, experiencia e información⁽⁷⁹⁾. Miembros importantes de la industria han comenzado a introducir sus propias políticas que permitan disminuir el estrés y mejorar las condiciones de bienestar para los animales destinados al abasto.

Farmacología aplicada al transporte

Diversos estudios han permitido la implementación de estrategias que mejoran las condiciones de los animales durante los transportes de larga distancia. Existen investigaciones que consideran la importancia del uso de algunos ingredientes y medicamentos como la dexametasona como apoyo en el tratamiento de algunos problemas asociados al transporte^(34,80). Se ha demostrado que la suplementación con Mg puede reducir los efectos del estrés pre-matanza y mejorar la calidad de la carne, debido a que suprime la estimulación neuromuscular⁽⁸¹⁾ y al adicionarse en la dieta, resulta en la atenuación de la secreción de glucocorticoides y catecolaminas⁽⁸²⁾. El triptófano (Trp) es el

precursor de la serotonina, el cual regula un gran número de funciones biológicas incluyendo la temperatura, sensibilidad al dolor, comportamiento de alimentación, comportamiento sexual y de agresión⁽⁸³⁾; si bien sus efectos no han sido estudiados durante el transporte, cabe mencionar que las preparaciones que contienen triptófano se comercializan en todo el mundo como agentes calmantes para tratar caballos excitables⁽⁸⁴⁾.

La terapia de líquidos y electrolitos durante y después del transporte son importantes⁽¹⁾, incluso se ha demostrado que el proporcionar electrolitos al ganado antes de la matanza mejora el rendimiento de la canal, sin haber encontrado efectos sobre el pHu, color o capacidad de retención de agua⁽⁸⁵⁾, también reducen la deshidratación y la pérdida de peso asociada al transporte⁽⁸⁶⁾. Por otra parte, se ha comprobado que el uso de moduladores alostáticos (MA) podría mitigar el estrés causado por la captura y manejo del ganado durante el transporte; estos contienen sustancias como ácido ascórbico, ácido acetoxibenzóico, cloruro de sodio y cloruro de potasio, que adicionados 10 g por animal durante 30 días antes de la matanza mostraron propiedades antiinflamatorias, disminución de estrés evaluado mediante parámetros fisiológicos y mayor estabilidad en el color de la carne a las 24 h y 28 días *post mortem*⁽⁸⁷⁾.

Conclusiones

Es claro que la distancia en el transporte es un componente estratégico de la economía agroalimentaria y producción cárnica global. Sin embargo, es necesario el desarrollo lineamientos y tecnologías en materia de manejo, operaciones y logística tendientes a mejorar las condiciones de bienestar y la salud del ganado. El impacto del estrés en el funcionamiento biológico, el comportamiento y el sufrimiento de los animales fue subestimado en el pasado. Sin embargo, en el presente existe surge una visión en la producción animal orientada a una visión holística dirigida a integrar el bienestar animal en un concepto amplio de calidad. Para lo cual, es imprescindible invertir en mejoras dirigidas al establecimiento de programas logísticos que tengan al bienestar animal como eje de un programa de calidad operativa, además de legislación que regule los viajes de larga distancia basada en evidencias científicas y la utilización de vehículos con diseños que puedan ajustarse a diferentes condiciones climáticas y a las características y comportamiento de cada especie.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el financiamiento del proyecto número 259327, dentro de la Convocatoria de Investigación Científica Básica 2015.

Literatura citada:

1. Smith GC, Grandin T, Friend TH, Lay D, Swanson JC. Effect of transport on meat quality and animal welfare of pigs, sheep, horses, deer and poultry, 2004; <http://www.grandin.com/behaviour/effect.of.transport.html>. Accessed Oct 16, 2016.
2. Lambooij E, Vander Werf JTN, Reimer HGM, Hindle VA. Compartment height in cattle transport vehicles. *Livestock Sci* 2012;(148):87–94.
3. Miranda-de la Lama GC, Villarroel M, María GA. Livestock transport from the perspective of the pre-slaughter logistic chain: a review. *Meat Sci* 2014;(98):9–20.
4. Kettlewell PJ, Hoxey RP, Hampson CJ, Green NR, Veale BM, Mitchell MA. Design and Operation of a Prototype Mechanical Ventilation System for Livestock Transport Vehicles. *J Agric Engng Res* 2001;(79):429-439.
5. Speer NC, Slack G, Troyer E. Economic factors associated with livestock transportation. *J Anim Sci* 2001;(79): E166–E170.
6. Paranhos da Costa MJR, Huertas SM, Gallo C, Dalla Costa OA. Strategies to promote farm animal welfare in Latin America and their effects on carcass and meat quality traits. *Meat Sci* 2012;(92):221–226.
7. Miranda-de la Lama GC. Transporte y logística pre-sacrificio: principios y tendencias en bienestar animal y su relación con la calidad de la carne. *Vet Méx* 2013;(44):31–56.
8. Soysal M, Bloemhof-Ruwaard JM, Van del Vors JGAJ. Modelling food logistics networks with emission considerations: The case of an international beef supply chain. *Int J Production Economics* 2014;(152):57–70.
9. Aghwan ZA, Bello AU, Abubakar AA, Imlan JC, Sazili AQ. Efficient halal bleeding, animal handling, and welfare: A holistic approach for meat quality. *Meat Sci* 2016;(121):420-428.
10. Fuseini A, Wotton SB, Hadley PJ, Knowles TG. The perception and acceptability of pre-slaughter and post-slaughter stunning for Halal production: The views of UK Islamic scholars and Halal consumers. *Meat Sci* 2017;(123):143–150.
11. Engebretson M. North America. Appleby MC, Cussen VA, Garcés L, Lambert LA, Turner J. Long distance transport and welfare of farm animals. Wallingford, UK, CABI 2008;218–260.
12. Ljungberg D, Gebresenbet G, Aradom S. Logistics chain of animal transport and slaughterhouse operations. *Biosystems Engineering* 2007;(96):267–277.

13. Gallo CB, Tadich TA. Southamerica. Appleby MC, Cussen VA, Garcés L, Lambert LA, Turner J. Long distance transport and welfare of farm animals. Wallingford, UK, CABI; 2008.
14. Van Donkersgoed J, Jewison G, Bygrove S, Gillis K, Malchow D, McLeod G. Canadian beef quality audit 1998–99. *Canadian Vet J* 2001;(42):121–126.
15. Fisher DA, Colditz GI, Lee C, Ferguson MD. The influence of land transport on animal welfare in extensive farming systems. *J Vet Behavior* 2009;(4):157-162
16. Colditz IG, Watson DL, Kilgour R, Ferguson DM, Prideaux C, Ruby J, Kirkland PD, Sullivan K. Impact of animal health and welfare research within the CRC for cattle and beef quality on Australian beef production. *Aust J Exp Agric* 2006;(46):233-244.
17. Mapletoft RJ. History and perspectives on bovine embryo transfer. *Anim Reprod* 2013;10:168-173.
18. Trounson A. Development of *in vitro* fertilization in Australia. *Fert Steril* 2018;110:19-24.
19. Zimmerman LC, Schroeder TC, Dhuyvetter KC, Olson KC, Stokka GL, Seeger JT, Grotelueschen DM. The effect of value-added management on calf prices at superior livestock auction video markets. *J Agr Resour Econom* 2012;128-143.
20. Fisher MW, Jones BS. Appleby MC, Cussen VA, Garcés L, Lambert LA, Turner J. Long distance transport and welfare of farm animals. Australia and New Zealand: Wallingford, UK, CABI; 2009:324-350.
21. Ramírez-Romero R, Ramírez-Hernández C, García-Márquez LJ, Macedo-Barragán RJ, Martínez-Burnes J, López-Mayagoitia A. Bovine diseases causing neurological signs and death in Mexican feedlots. *Trop Anim Health Prod* 2014;(46):823-829.
22. Peel DS, Mathews Jr. KH, Johnson RJ. Trade, the expanding Mexican beef industry, and feedlot and stocker cattle production in Mexico. LDP-M-206-01. Economic Res Serv, USDA. 2011.
23. Cox JH, Lennkh S. Chapter 3: Keeping of animals/care of animals. In: Model animal welfare Act – A comprehensive framework law-. Boston, USA, World Animal Net. 2016:94-105.
24. Cruz-Monterrosa GR, Reséndiz-Cruz V, Rayas-Amor AA, López M, Miranda-de la Lama GM. Bruises in beef cattle at slaughter in Mexico: implications on quality, safety and shelf life of the meat. *Trop Anim Health Prod* 2016; doi 10.1007/s11250-016-1173-8.

25. Miranda-de la Lama GC, Sepulveda WS, Villarroel M, María GA. Livestock vehicle accidents in Spain: causes, consequences, and effects on animal welfare. *J Appl Anim Welfare Sci* 2011;(14):109–123.
26. Appleby MC. *Science of Animal Welfare*. Appleby MC, Cussen VA, Garcés L, Lambert LA, Turner J. Long distance transport and welfare of farm animals. Wallingford, UK, CABI; 2008:1–14.
27. Diario Oficial de la Comunidad Europea (DOCE). Reglamento CE N° 1/2005 del Consejo de 22 de diciembre de 2004 relativo a la protección de los animales durante el transporte y las operaciones conexas por el que se modifican las directivas 64/432/CEE y 93/119/CE y el reglamento (CE) n° 1255/97. Diario Oficial de la Unión Europea L3/1–L3/44 (5 enero, 2005).
28. Cussen VA. Enforcement of transport regulations: the EU as case study. Appleby MC, *et al* editors. Long distance transport and welfare of farm animals. Wallingford, UK, CABI; 2008:113–133.
29. World Organization for Animal Health (OIE). World Organization for Animal Health—Terrestrial Animal Health Code: Chapter 7. Transport of animals by sea. <http://www.oie.int/en/internationalstandard-setting/terrestrial-code/access-online/>. Accessed Nov 18, 2016.
30. Menczer K. Africa. Appleby MC, Cussen VA, Garcés L, Lambert LA, Turner J. Long distance transport and welfare of farm animals. Wallingford, UK, CABI 2008:182–211.
31. Hoffman LC, Lühl J. Causes of cattle bruising during handling and transport in Namibia. *Meat Sci* 2012;(92):115–124.
32. María GA, Villarroel M, Chacon G, Gebresenbet G. Scoring system for evaluating the stress to cattle of commercial loading and unloading. *Vet Rec* 2004;(154): 818–821.
33. Pettiford SG, Ferguson DM, Lea JM, Lee C, Paull DR, Reed MT. The effect of loading practices and 6-hour road transport on the physiological responses of yearling cattle. *Australian J Exp Agr* 2008;(48):1–6.
34. Ferguson DM, Warner RD. Have we underestimated the impact of preslaughter stress on meat quality in ruminants? *Meat Sci* 2008;(80):12–19.
35. Eriksen MS, Rødbotten R, Grøndahl AM, Friestad M, Andersen IL, Mejdell C M. Mobile abattoir versus conventional slaughterhouse—Impact on stress parameters and meat quality characteristics in Norwegian lambs. *Appl Anim Behaviour Sci* 2013;(149):21–29.

36. Werner M, Hepp C, Soto C, Gallardo P, Bustamante H, Gallo C. Effects of a long distance transport and subsequent recovery in recently weaned crossbred beef calves in Southern Chile. *Livestock Sci* 2013;(152):42-46.
37. Schwartzkopf-Genswein K, Faucitano L, Dadgar S, Shand P, González LA, Crowe TG. Road transport of cattle, swine and poultry in North America and its impact on animal welfare, carcass and meat quality: A review. *Meat Sci* 2012;(92):227–243.
38. González LA, Schwartzkopf-Genswein K, Bryan M, Silasi R, Brown F. Space allowance during commercial long distance transport of cattle in North America. *J Anim Sci* 2015;(10):3618-3629.
39. Pezzaioli. Camiones y carrocerías para el transporte de ganado – 2016. <http://www.pezzaioli.es>. Consultado: 20 Ene, 2017.
40. Mitchell MA, Kettlewell PJ. Engineering and design of vehicles for long distance transport of livestock (ruminants, pigs and poultry). *Vet Italiana* 2008;(44):201–213.
41. Weschenfelder AV, Torrey S, Devillers N, Crowec T, Bassols A, Saco Y, Piñeiro M, Saucier L, Faucitano L. Effects of trailer design on animal welfare parameters and carcass and meat quality of three Pietrain crosses being transported over a short distance. *Livestock Sci* 2013;(157):234–244.
42. Schwartzkopf-Genswein K, Grandin T. Cattle transport by road - Livestock handling and transport. Fourth ed. Wallingford, UK: CABI; 2014.
43. Miranda-de la Lama GC, Villarroel M, Liste G, Escós J, María GA. Critical points in the pre-slaughter logistic chain of lambs in Spain that may compromise the animal's welfare. *Small Ruminant Res* 2010;(90):174–178.
44. Sánchez M, Vieira C, De la Fuente J, Pérez MC, Lauzurica-Gomez S, González de Chavarri E, DíazMT. Effect of season and stocking density during transport on carcass and meat quality of suckling lambs. *Spanish J Agr Res* 2013;(11):394-404.
45. Patherick CJ, Phillips JC. Space allowances for confined livestock and their determination from allometric principles. *Appl Anim Behaviour Sci* 2009;(117):1–12.
46. Schwartzkopf-Genswein K, Haley DB, Church S, Woods J, O'byrne T. An education and training programme for livestock transporters in Canada. *Vet Italiana* 2008;(44): 273–283.
47. Tarrant PV, Kenny FJ, Harrington D. The effect of stocking density during 4 hour transport to slaughter on behaviour, blood constituents and carcass bruising in Friesian steers. *Meat Sci* 1988;(24):209–222.

48. Theurer EM, White JB, Anderson ED, Miesner DM, Mosier AD, Coetzee FJ, Amrine ED. Effect of transportation during periods of high ambient temperature on physiologic and behavioral indices of beef heifers. *Am J Vet Res* 2013;(74):481–490.
49. Eldridge GA, Winfield CG. The behaviour and bruising of cattle during transport at different space allowances. *Australian J Exper Agr* 1988;(28):695–698.
50. Gebresenbet G, Aradom S, Bulitta FS, Hjerpe E. Vibration levels and frequencies on vehicle and animals during transport. *Biosyst Engineering* 2011;(110):10–19.
51. Miranda-de la Lama GC, Monge P, Villarroel M, Olleta JL, Garcia-Belenguer S, María GA. Effects of road type during transport on lamb welfare and meat quality in dry hot climates. *Trop Anim Health Prod* 2011;(43):915–922.
52. Broom DM. Causes of poor welfare and welfare assessment. In: Grandin T editor. *Livestock handling and transport*. Publisher city. 2007:29-40.
53. Ekiz B, Ekiz EE, Kocak O, Yalcintan H, Yilmaz A. Effect of pre-slaughter management regarding transportation and time in lairage on certain stress parameters, carcass and meat quality characteristics in Kivircik lambs. *Meat Sci* 2012;(90):967-976.
54. Bourguet C, Deiss V, Gobert M, Durand D, Boissy A, Terlouw EMC. Characterizing the emotional reactivity of cows to understand and predict their stress reactions to the slaughter procedure. *Appl Anim Behaviour Sci* 2010;(125): 9–21.
55. Van De Water G, Verjans F, Geers R. The effect of short distance transport under commercial conditions on the physiology of slaughter calves; pH and colourprofiles of veal. *Livestock Prod Sci* 2003;(82):171–179.
56. Thomson UD, Loneragan GH, Henningson NJ, Ensley S, Bawa B. Description of a novel fatigue syndrome of finished feedlot cattle following transportation. *J Am Vet Med Assoc* 2015;(247):66–72.
57. Gilkeson CA, Thompson HM, Wilson MCT, Gaskell PH. Quantifying passive ventilation within small livestock trailers using computational fluid dynamics. *Comput Electron in Agr* 2016;(124):84-99.
58. Phillips CJC. The welfare of livestock during sea transport. Appleby MC, Cussen VA, Garcés L, Lambert LA, Turner J. *Long distance transport and welfare of farm animals*. Wallingford, UK, CABI 2008:137–154.
59. Gregory NG. *Animal welfare and meat science*. CAB International, Wallingford, UK, 1998.

60. Fisher AD, Stewart M, Duganzich DM, Tacon J, Matthews LR. The effects of stationary periods and external temperature and humidity on thermal stress conditions within sheep transport vehicles. *N Z Vet J* 2005;(53):6-9.
61. Silanikove N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livestock Prod Sci* 2000;(67):1–18.
62. Pines MK, Phillips CJC. Accumulation of ammonia and other potentially noxious gases on live export shipments from Australia to the Middle East. *J Environment Monitoring* 2011;(13):2798–2807.
63. Cockram MS, Baxter EM, Smith LA, Bell S, Howard CM, Prescott RJ, Mitchell MA. Effect of driver behaviour, driving events and road type on the stability and resting behaviour of sheep in transit. *Animal Sci* 2004;(79):165–176.
64. Iversen H, Rundmo T. Personality, risky driving and accident involvement among Norwegian drivers. *Personality and Individual Differences* 2002;(33):1251-1263.
65. Häkkänen H, Summala H. Fatal traffic accidents among trailer truck drivers and accident causes as viewed by other truck drivers. *Accident Analysis & Prevention*, 2001;(33):187–196.
66. Darwent D, Roach G, Dawson D. How well do truck drivers sleep in cabin sleeper berths? *Applied Ergonomics* 2012;(43):442–446.
67. Valadez-Noriega M, Estévez-Moreno LX, Rayas-Amor AA, Rubio-Lozano MS, Galindo F, Miranda-de la Lama GC. Livestock hauliers' attitudes, knowledge and current practices towards animal welfare, occupational wellbeing and transport risk factors: A Mexican survey. *Preventive Vet Med* 2018;160:76-84.
68. Woods J, Grandin T. Fatigue: a major cause of commercial livestock truck accidents. *Vet Italiana* 2008;(44):259–262.
69. Rahman PJ, Brooke PD, Collins LM. Asia. Appleby MC, Cussen VA, Garcés L, Lambert LA, Turner J. Long distance transport and welfare of farm animals. Wallingford, UK, CABI 2008:288–318.
70. Loerch SC, Fluharty FL. Physiological changes and digestive capabilities of newly received feedlot cattle. *J Anim Sci* 1999;(77):1113-1119.
71. Schaefer AL, Dubeski PL, Aalhus JL, Tong AKW. Role of nutrition in reducing antemortem stress and meat quality aberrations. *J Anim Sci* 2001;(79):E91-E101.
72. Fike K, Spire MF. Transportation of cattle. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* 2006;(22):305–320.

73. McEwen BS, Biron CA, Brunson KW. The role of adrenocorticoids as modulators of immune function in health and disease: neural, endocrine and immune interactions. *Brain Res Rev* 1997;(23):79–133.
74. Sutherland AM, Erlandson K, Connor FJ, Salak-Johnson LJ, Matzat P, Smith FJ, McGlone JJ. Health of non-ambulatory, non-injured pigs at processing. *Livestock Sci* 2008;(116):237–245.
75. Knowles TG, Warriss PD, Brown SN, Edwards JE, Watkins PE, Phillips AJ. Effects on calves less than one month old of feeding or not feeding them during road transport of up to 24 hours. *Vet Record* 1997;(140):116–124.
76. Knowles TG, Warriss PD. Stress physiology of animals during transport. In: Grandin T. editor. *Livestock Handling and Transport*, CAB International, Wallingford, UK, 2000:385–407.
77. Warriss PD. The handling of cattle pre-slaughter and its effects on carcass and meat quality. *Appl Anim Behaviour Sci* 1990;(28):171–186.
78. Rahman SA. Middle East. Appleby MC, Cussen VA, Garcés L, Lambert LA, Turner J. Long distance transport and welfare of farm animals. Wallingford, UK, CABI 2008:387–409.
79. Bosona TG, Gebresenbet G. Cluster building and logistics network integration of local food supply chain. *Biosyst Engineering* 2001;(108):293–302.
80. Cook NJ, Veira D, Church JS, Schaefer AL. Dexamethasone reduces transport-induced weight losses in beef cattle. *Canadian J Anim Sci* 2009;(89):335–339.
81. Hubbard JJ. Microphysiology of vertebrate neuromuscular transmission. *Physiology Rev* 1973;(53):674–723.
82. Kietzmann M, Jablonski H. On the blocking of stress by magnesium aspartatehydrochloride in the pig. *PraktischeTierarzt*, 1985;(66):328–335.
83. Leathwood PD. Tryptophan availability and serotonin synthesis. *Proc Nutrition Soc* 1987;(46):143–156.
84. Grimmett A, Sillence MN. Calmatives for the excitable horse: a review of L-tryptophan. *The Vet J* 2005;170:24-32.
85. Schaefer AL, Jones SDM, Tong AKW, Young BA. Effects of transport and electrolyte supplementation on ion concentration, carcass yield and quality in bulls. *Canadian J Anim Sci* 1990;(70):107–119.

86. Schaefer AL, Jones SD, Stanley RW. The use of electrolyte solutions for reducing transport stress. *J Anim Sci* 1997;(75):258–265.
87. Lozano MR, Méndez RM, Mayorga KR, García MR, Ovando MA, Ngapo, TM, Maldonado FG. Effect of an allostatic modulator on stress blood indicators and meat quality of commercial young bulls in Mexico. *Meat Sci* 2015;(105):63-67.