

El bienestar animal en el transporte de bovinos para faena

Welfare of cattle during transport to slaughter

Alende, M.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria Anguil
"Ing. Agr. Guillermo Covas", La Pampa

1. Introducción
2. El transporte como evento estresante
 - 2.1. Indicadores de ausencia de bienestar durante el transporte
 - 2.2. Efecto del estrés sobre la calidad de la carne
 - 2.3. Golpes y contusiones
3. Selección de los animales a transportar, manejo previo y carga del camión
4. Respuesta comportamental de los animales durante el transporte
5. Importancia del tiempo de viaje y la distancia recorrida
6. Densidad de carga
7. Aspectos relativos al vehículo y a las condiciones de manejo
8. Estrés térmico durante el transporte
9. Conclusiones
10. Bibliografía

Resumen

El transporte es el evento estresante más intenso en la vida de los bovinos, implicando una sumatoria de eventos estresantes agudos que, junto con el ayuno y el agotamiento físico, pueden ser causa de pérdidas económicas. Las mortandades, los decomisos por golpes y hematomas y las depreciaciones por disminución de calidad de la carne obtenida podrían reducirse respetando ciertas pautas antes y durante el transporte. El trato de los animales y la selección de los mismos antes de la carga, la densidad de carga, el tiempo de viaje, las condiciones de manejo y la infraestructura del camión, así como las condiciones climáticas en las que se realiza el viaje, son los puntos críticos que determinan el bienestar de los animales durante el transporte. La presente revisión reúne evidencia nacional e internacional que puede ayudar a mejorar la situación de bienestar, y apunta a brindar información con el objetivo de reducir las pérdidas económicas en este eslabón de la cadena cárnica.

Palabras clave: bienestar animal, transporte de bovinos, calidad de carne, estrés, densidad de carga, tiempo de viaje, camión.

Recibido: abril de 2010

Aceptado: junio de 2010

1. Méd.Vet., M. Sci., Investigador del INTA, EEA Anguil "Ing.Agr. Guillermo Covas". Dirección postal: Ruta 5 km 580, C.C. 11 (6326), Anguil, La Pampa, República Argentina. malende@anguil.inta.gov.ar

Summary

Transport is the most stressful episode in cattle life, involving a sum of acute stressful events that along with fasting and physical exhaustion could cause economical losses. Mortality, trimming due to stick-marking and bruising and downgrading of meat may be reduced taking into account some recommendations before and during transport. Previous handling of cattle, an adequate selection of animals, stocking density, travel duration, driving conditions and vehicle design, as well as weather conditions during travel, are critical points that affect animal welfare during transport. This review summarizes national and international evidence which could help to improve animal welfare and aims to reduce economical losses in this point of beef production chain.

Key words: animal welfare, cattle transport, beef quality, stress, stocking density, travel duration, truck.

1. Introducción

El transporte es el evento estresante más intenso en la vida de los bovinos (23, 50). Además, se trata de un aspecto de la cadena productiva visible para los consumidores, por lo que todo esfuerzo por mejorar las condiciones en que se realiza mejora la imagen del producto generado (42, 50). El ayuno (23), los movimientos y maltratos durante la carga y la descarga (7), la mezcla de animales de diferentes orígenes (1, 74), sumados al miedo y agotamiento físico que inevitablemente implica el transporte, son responsables de importantes pérdidas económicas debidas a pérdidas de peso (20), decomisos por hematomas (74), perjuicio en las características físicas y sensoriales de la carne obtenida (21, 52, 80) y muerte de los animales transportados (8). Un manejo pobre de los animales durante algunas horas puede dilapidar el esfuerzo realizado durante meses o años por un productor ganadero (25, 27).

El impacto del transporte sobre el bienestar animal puede ser evaluado tanto a partir de respuestas conductuales y/o fisiológicas de los mismos, como a partir de la cuantificación de pérdidas en cantidad y calidad de carne (74). El hecho de que la calidad de la carne resulte afectada es evidencia de un sufrimiento significativo por parte de los animales. Sin

embargo, puede darse la ausencia de bienestar sin que se vean efectos sobre la carne (50).

La importancia del bienestar animal en la producción pecuaria es creciente. Actualmente, el nexo entre salud animal y bienestar animal se considera tan estrecho que la Organización Internacional de Epizootias ha sido reconocida como organismo de referencia en aspectos relativos al bienestar animal, indicando la preocupación internacional por la temática (78).

2. El transporte como evento estresante

Cierto nivel de estrés previo a la faena es inevitable. Sin embargo, cuando la intensidad y/o duración del mismo superan un determinado umbral, pueden observarse consecuencias negativas sobre la calidad de la carne (17, 18). Los mecanismos fisiológicos del estrés son complejos e incluyen múltiples mediadores e interacciones nerviosas y endocrinas. El eje neuroendocrino hipotálamo-hipófisis-glándulas adrenales media las respuestas más importantes, reconociéndose a las hormonas adrenales -glucocorticoides (fundamentalmente cortisol) y catecolaminas (adrenalina y noradrenalina)- como los mediadores

Abreviaturas: CRA: Capacidad de retención de agua, pHf: pH final, DFD: carnes oscuras, duras y secas (del inglés "dark, firm and dry"), PV: peso vivo

principales de la respuesta (53). El transporte de larga distancia implica un estrés sostenido, conformado por la sumatoria de eventos estresantes agudos que impone un costo metabólico inevitable para el animal (50).

2.1. Indicadores de ausencia de bienestar durante el transporte

No existe ningún parámetro que por sí sólo pueda servir como indicador absoluto de ausencia de bienestar. Sin embargo, esta puede ser medida y detectada (6) a partir de una serie de indicadores comportamentales, fisiológicos y/o de calidad de producto (7, 8). Los parámetros más sensibles -en general los primeros en mostrar cambios- son determinadas constantes fisiológicas (11), como la frecuencia cardíaca (15, 59), la frecuencia respiratoria (41) y, en algunos casos, la temperatura corporal (9, 41, 77), los cuales pueden ser monitoreados con relativa facilidad (10, 18, 56).

En segunda instancia, se hacen notorios los cambios comportamentales: aquellas modificaciones del patrón normal de conducta que el animal desarrolla para enfrentar el desafío que se le presenta. Incluye saltos, detenciones en la marcha, huidas, vocalizaciones, cese de conductas exploratorias (75) y conductas agonísticas (8). En tercera instancia, se hacen detectables alteraciones en parámetros plasmáticos y/o en la concentración de hormonas y metabolitos (51). Entre los parámetros más ampliamente evaluados están la concentración de las hormonas relacionadas con el estrés, como catecolaminas (49), adrenocorticotrofina y, sobre todo, cortisol (73, 83) También se han detectado cambios en el nivel de insulina (23). Otro parámetro considerado es la concentración de ciertos metabolitos plasmáticos como glucosa (12, 61, 73) y lactato (42, 83), que suelen aparecer elevados en plasma debido a un efecto gluconeogénico mediado por catecolaminas (56, 73). Un parámetro ampliamente utilizado es el hematocrito (12, 73), el cual se puede ver aumentado tanto como producto de la deshidratación como por contracción esplénica mediada por catecolaminas, estados que se

diferencian teniendo en cuenta otros indicadores de deshidratación como las proteínas plasmáticas totales y las osmolaridad del plasma (58, 60, 83). Paralelamente, hay evidencias de que el estrés del transporte disminuiría el pH sanguíneo y aumentaría la concentración de hemoglobina y la cloremia (65). Por otro lado, un aumento prolongado de la cortisolemia puede producir inmunodepresión, debido a una disminución en la cantidad y actividad de linfocitos (70), acompañado de un aumento en el recuento de neutrófilos (65).

En viajes largos se inducen procesos catabólicos, producto de los cuales pueden verse aumentados los niveles plasmáticos de ácidos grasos libres y urea (43, 72, 83), fundamentalmente como producto del ayuno prolongado (42). La glucemia puede verse reducida si el ayuno es suficientemente largo como para afectar las reservas hepáticas de glucógeno (65). Paralelamente, el peso del hígado puede estar disminuido (40).

Una medida utilizada para estimar el daño muscular producido por el esfuerzo, es la concentración plasmática de creatin fosfoquinasa (29, 47, 76, 89).

Otro parámetro relacionado con el estrés es la concentración plasmática de proteínas de fase aguda, como la haptoglobina (4, 45) y la proteína C reactiva (44).

Es importante tener en cuenta que, siempre que se usen indicadores plasmáticos, es necesario contar con valores basales de referencia para poder extraer conclusiones (5).

2.2. Efecto del estrés sobre la calidad de carne

Inmediatamente después del sacrificio del animal, cesa el aporte de oxígeno a los tejidos y se detiene el proceso de respiración aeróbica (82). En ese momento, comienza el proceso de conversión del músculo en carne. Las células musculares empiezan a utilizar la vía anaeróbica, consumiendo las reservas de glucógeno y generando acumulación de ácido láctico, con el concomitante descenso del pH intracelular (35). El pH final (pH_f) de la carne

es inversamente proporcional a la concentración de ácido láctico, que depende de la concentración inicial de glucógeno (82). La relación entre concentración de glucógeno y pHf no es lineal, ya que por debajo de cierto pH (<5,4) la glucólisis anaeróbica se detiene, sin importar la concentración de glucógeno residual (34). Si la concentración de glucógeno es limitante (menor a 8 mg/g de músculo), la acumulación de ácido láctico se detendrá por falta de sustrato (82) impidiendo alcanzar un pHf bajo (35). El estrés prefaena puede afectar la concentración intramuscular de glucógeno: las catecolaminas producen glucogénesis muscular (82) y disminuyen los niveles intramusculares de glucógeno (35, 84), pudiendo afectar de esta manera el pHf de la carne.

El pHf de la carne se relaciona con ciertos parámetros de calidad, como la terneza (13, 67, 84), el color (30, 62), la capacidad de retención de agua (CRA) y la jugosidad (28, 30). Diferencias en calidad asociadas al pHf son también detectables por paneles sensoriales de jueces entrenados (80). Un pHf alto se relaciona directamente con incidencia de carnes duras, secas y oscuras (en inglés: dark, firm and dry, DFD) (35, 82), entendiéndose como tales aquellas con un pHf superior a 5,8-6,0 (82). Cuando el pH desciende normalmente, las proteínas musculares se desnaturalizan y los miofilamentos alcanzan su punto isoeléctrico. Esto reduce su capacidad de ligar agua. Además, estos cambios en las proteínas afectan las propiedades de dispersión de luz en la carne, volviéndola más clara y opaca. En las carnes con pHf alto (DFD) esto no ocurre, por lo que la carne retiene fuertemente el agua y es más oscura (3, 82). Además, los pHf altos afectan la funcionalidad de algunas enzimas proteolíticas relacionadas con la terneza (67, 84). Paralelamente, se ha demostrado que carnes con un pHf alto tienen mayor riesgo de contaminación bacteriana (67) y menor vida útil (26). Además, hay alguna evidencia de que la concentración residual de glucógeno, luego de estabilizado el pH y detenida la respiración anaeróbica,

influiría en la CRA, en el color y en la terneza (36).

La magnitud del estrés y el efecto final de éste sobre la calidad del producto pueden estar condicionados por factores genéticos en los animales así como por las experiencias previas de los mismos respecto al trato con seres humanos, (7, 9, 48). Smith y Grandin (69) concluyeron que al menos el 80% de los aspectos que contribuyen con la incidencia de DFD ocurren antes de que los animales lleguen al frigorífico. Entre las principales causas está la mezcla de animales no familiarizados entre sí previo a la faena. La aparición de conductas agonistas en busca de reestablecer jerarquías incluye montas, empujones y peleas, lo cual genera ejercicio físico intenso y estrés. Mezclar animales de diferentes procedencias en el mismo camión conlleva un mayor riesgo de DFD (1, 74).

2.3. Golpes y contusiones

La incidencia de golpes y contusiones en las reses, causantes de hematomas, es para algunos autores la causa principal de pérdidas económicas por falta de bienestar durante el transporte (14, 40). En el Reino Unido se encontró que el 75% del ganado faenado tenía algún tipo de contusión (75). Mc Nally y Warriss (54) encontraron una correlación positiva entre la incidencia de hematomas, el pHf de la carne y la incidencia de carnes DFD.

La gravedad de las lesiones depende de su profundidad. Se clasifican como de grado 1 a aquellas que afectan el tejido subcutáneo, de grado 2 aquellas que llegan a afectar el tejido muscular y de grado 3 aquellas que afectan el tejido subcutáneo, el muscular y la base ósea (25, 63).

El tiempo de viaje (22, 76) y la densidad de carga (76) afectan el número y la gravedad de las lesiones. A su vez, los animales que llegan a faena provenientes de mercados concentradores presentan mayor daño que aquellos procedentes directamente de los establecimientos agropecuarios (55). La presencia de animales astados incrementa notoriamente el porcentaje de lesiones (86).

3. Selección de los animales a transportar, manejo previo y carga del camión

Previo a la jornada de viaje, es importante realizar una planificación que incluya -entre los aspectos más importantes- la selección y preparación de los animales, la elección de la ruta más corta y en mejores condiciones, y la decisión acerca de la cantidad de animales a transportar.

Los animales deben llegar al día de la carga con una abundante provisión de agua de bebida (7). El viaje implica un período variable de privación de agua, por lo cual los animales que no tengan un buen nivel de hidratación son proclives a deshidratarse (18). Con respecto a la alimentación, la suplementación con dietas de alta energía antes del embarque aumentaría las reservas de glucógeno y mejoraría los pHf obtenidos (35). Si los animales han realizado una marcha larga y fatigosa -en especial si son animales engordados a corral, poco acostumbrados a marchar y con un alto grado de engrasamiento- es fundamental darles un descanso de unas horas antes de iniciar el viaje (7).

Algunos estudios han arribado a la conclusión de que la carga y la descarga del camión son los eventos más estresantes del transporte (32). De hecho, el ascenso de los animales por la rampa genera un importante aumento de la frecuencia cardíaca (38). Van der Water et al. (79) encontraron que en el momento de la carga, la frecuencia cardíaca estaba aumentada en un 80% respecto al valor basal, mientras que durante el viaje el aumento sobre el valor basal era del 38%. También registraron un pico de frecuencia cardíaca durante la descarga (+72%). Los problemas más frecuentes durante la carga son resbalones, caídas (79) y resistencia de los animales a avanzar (8). El problema se agrava cuando hay sobrecarga de animales en el camión, lo que hace que los últimos sean más difíciles de subir, dando lugar a maltratos como golpes y toques de picana (8, 74). Las rampas de carga y descarga deben tener una pendiente suave, nunca mayor a los

20° (27), ya que las más pronunciadas generan temor y retrasan el trabajo. Es conveniente que el último tramo del embarcadero sea horizontal y que el piso posea listones transversales antideslizantes, separados por una distancia de 20 cm, ya que evitan resbalones y facilitan el avance. Las paredes laterales deberían ser ciegas, es decir que no permiten al animal ver hacia el otro lado elementos que lo puedan distraer y eviten las filtraciones de luz (8). Por último, es importante asegurarse que el embarcadero tenga solidez y no se mueva cuando los animales suben a él. En este sentido, los embarcaderos con base de concreto serían los más adecuados (27). Se debe eliminar todo elemento de distracción que pueda hacer que los animales se rehúsen a avanzar (27).

4. Respuesta comportamental de los animales durante el transporte

Cuando los animales se encuentran dentro de un camión en movimiento, se inhiben los comportamientos sociales, como montas y peleas, y se intensifican los comportamientos solitarios como olfateo y exploración, siendo estos cambios más notorios a mayores densidades de carga (15, 38, 39, 75). Además, aumenta la frecuencia de micciones (38) y se inhibe la rumia (29), lo cual se asocia con el miedo.

La movilidad de los animales es mayor cuanto mayor es la disponibilidad de espacio (14, 15, 29). La agitación del animal se mide según sus cambios de posición dentro del camión (74). Estos movimientos se acentúan con el camión detenido, pero decaen cuando se pone en movimiento (28, 29). Los animales prefieren ubicarse perpendiculares o paralelos al sentido de avance, siendo raras las posiciones diagonales (15, 20, 22, 38, 39). Estas posiciones garantizarían un mayor equilibrio para compensar el movimiento del vehículo (20). En general, los animales permanecen de pie y no tienden a echarse en un camión en movimiento (29, 82), aunque superadas las 24 horas puede haber animales que se echen

como producto del cansancio (15, 38, 39, 40). Hay evidencia experimental de que aquellos animales que viajan echados tienen mayores concentraciones de cortisol en sangre que aquellos que viajan parados (43).

La ubicación de los animales dentro del camión podría afectar la respuesta fisiológica al estrés, aunque las evidencias experimentales son contradictorias. Van der Water et al. (79) encontraron que los animales que viajaban en compartimentos posteriores de la jaula mostraban frecuencias cardíacas más altas, mientras que los que viajaban adelante mostraban niveles de cortisol más altos. En forma opuesta, Tarrant et al. (75) encontraron mayores concentraciones plasmáticas de cortisol en los animales ubicados en la parte posterior del camión. Además, en el trabajo de Van der Water et al. (79), los animales ubicados en el compartimento trasero dieron carne de mayor pHf y más oscura.

5. Importancia del tiempo de viaje y la distancia recorrida

Dado que existe gran variabilidad en las condiciones en las que se realiza cada viaje, es difícil establecer un tiempo de duración del mismo que sirva como recomendación fija para evitar los efectos negativos del estrés y la fatiga sobre la calidad de la carne (50). Naturalmente, la recomendación general es realizar la faena lo más cerca posible del establecimiento donde se llevó adelante la terminación de los animales (8, 50), ya que existe una relación directa entre duración del viaje y costo biológico del mismo (27). Sin embargo, cierta evidencia indica que las etapas más estresantes del viaje serían las iniciales y que, transcurrido cierto tiempo, el animal lograría una adaptación al entorno del camión en movimiento, lo cual se refleja en parámetros fisiológicos relacionados con el estrés. Warriss et al. (83) encontraron que en las primeras 5 horas de viaje el aumento en la concentración plasmática de cortisol era del 200% con respecto a la basal, cayendo gradualmente a medida que el viaje continuaba,

ubicándose un 42% por encima de la concentración basal a las 15 horas de viaje. Por otro lado, en un trabajo reciente Parker et al. (57) midieron la concentración de cortisol en plasma de animales en viaje muestreando cada 20 minutos y encontraron que el pico en la cortisolemia se producía en la primera hora de viaje (500% respecto del basal) y luego comenzaba a caer. Sartorelli et al. (64) y Tadich et al. (73) realizaron hallazgos similares. En igual sentido, Eldridge et al. (15) encontraron que, una vez alcanzada la aclimatación, la frecuencia cardíaca de animales en transporte está aumentada sólo un 15% con respecto a la basal. Parece evidente que a medida que el viaje progresa, el ambiente interno del camión se vuelve menos novedoso y estresante, lo cual no contradice el hecho de que la sumatoria total de estrés y fatiga sea mayor en los viajes largos, a pesar de que el animal alcance un nivel más estable en sus parámetros fisiológicos.

Se considera que viajes de menos de 4 horas, siempre que se realicen sin traumas excesivos, no afectan la calidad de la carne (27, 75). Grigor et al. (29) compararon animales transportados durante 3 horas previo a la faena con animales faenados en la misma granja y no hallaron diferencias en pHf, color, fuerza de corte y CRA, ni en la evaluación sensorial.

Diferentes estudios han mostrado el efecto del tiempo de viaje sobre las pérdidas registradas y la calidad de la carne obtenida: a medida que aumenta el tiempo de viaje, aumenta la incidencia de hematomas en las reses y disminuye el peso de la carcasa (21, 22, 87, 88). Gallo et al. (21) encontraron que con viajes más largos aumenta el pHf de la carne y la incidencia de carnes DFD, con descensos detectables en la luminosidad. Fernández et al. (19) evaluaron dos tiempos de viaje contrastantes (1 vs. 11 horas) y no encontraron efecto sobre el pHf, color y pérdidas por cocción, aunque sí encontraron diferencias en terneza, resistencia miofibrilar, pH a las 4 horas y jugosidad. María et al. (52) evaluaron tres tiempos de viaje (36, 211 y 386

minutos) y no encontraron efecto sobre el pHf ni terneza, aunque si encontraron un efecto leve sobre la CRA y el color. Los autores concluyeron que 6 horas de viaje no eran suficientes para afectar significativamente las características físicas de la carne. Esto difiere de los hallazgos de Jones et al. (37) que encontraron, para las mismas distancias recorridas, efectos significativos en terneza. Por otro lado, Batista de Deus et al. (2), trabajando con novillos pesados terminados en pastoreo, encontraron diferencias en pHf con tiempos de viaje similares a los de María et al. (52).

A medida que aumenta el tiempo de viaje, el bienestar de los animales se ve más comprometido. Es importante recalcar que no sólo deben tenerse en cuenta los efectos sobre la calidad de la carne, ya que estos dependen a su vez de variables como los niveles previos de glucógeno o las condiciones mismas en las que se realiza el viaje (50, 82). Por ejemplo, Knowles et al. (43), comparando viajes de 14, 21, 26 y 31 horas, encontraron sólo un leve descenso en la concentración de glucógeno muscular y no encontraron efectos sobre pHf de la carne, a pesar de que los indicadores fisiológicos y comportamentales mostraban diferencias importantes entre tratamientos.

6. Densidad de carga

Algunos autores consideran que la utilización de densidades de carga, en kilogramos por unidad de superficie, superiores a la óptima es el problema más importante asociado al transporte de bovinos (50). La decisión acerca de la densidad de carga debe contemplar el tamaño y peso de los animales, aunque otros aspectos como condiciones ambientales (temperatura y humedad), presencia de cuernos (27) y distancia a recorrer, pueden determinar la necesidad de aumentar el espacio asignado a cada animal (8). Debe recalcar que la presencia de ganado astado aumenta la probabilidad de lesiones en la tropa (66), por lo que la disponibilidad de espacio debería aumentarse (27). La disponibilidad también se debe aumentar en el caso de hembras preñadas (16).

Existen diferentes recomendaciones con respecto a la densidad de carga a utilizar. El Farm Animal Welfare Council (16) recomienda un máximo de 360 kg/m². Eldridge y Winfield (14) recomendaron un rango de 1,05-1,27 m² por animal, para vacunos de 350-400 kg (275-380 kg/ m²). Broom (8) propone una formula sencilla para definir la superficie a asignar por animal, teniendo en cuenta el peso metabólico de los mismos:

Superficie/animal (m²)= 0,021 x PV^{0,67}
(donde PV es el peso vivo)

De manera similar, Grandin (27) propone tener en cuenta el PV, pero también considera la presencia de animales astados, los cuales pueden dañar a compañeros de tropa, haciendo necesario aumentar el espacio disponible (Cuadro 1).

Las altas densidades de carga limitan la libertad de movimiento y dificultan la búsqueda de equilibrio por parte de los animales, aumentando el riesgo de caídas (29, 74, 75), en especial ante eventos como frenadas, curvas y cambios de velocidad (75, 76). Además, algunos trabajos indican que a mayor densidad de carga hay un incremento en la incidencia de montas, empujones (15, 75) y caídas (14, 75), así como un mayor estrés, reflejado en frecuencias cardíacas más altas (15) y en mayores concentraciones plasmáticas de cortisol y glucosa. Además, aumenta el daño muscular, evidenciado por un aumento en los niveles plasmáticos de creatin fosfoquinasa y en el porcentaje de pérdidas por contusiones y hematomas (75, 76). También aumenta la pérdida de peso de los animales durante el viaje (14). Por otro lado, cuando las temperaturas son altas, se dificulta la termorregulación y se pueden agravar los problemas de estrés térmico (24).

Eldridge y Winfield (14) evaluaron el efecto de tres densidades de carga (0,89; 1,16 y 1,39 m²/animal) en novillos de 400 kg y encontraron que con densidades bajas o altas aumentaba el número y la gravedad de las lesiones en las reses. Esto se relaciona con el hecho de que a bajas densidades también se

Cuadro 1: Superficie disponible recomendada por animal para el transporte de bovinos por carretera, teniendo en cuenta el peso vivo y la presencia o no de cuernos (27).

Table 1: Available surface recommended by animal for the bovine transport by road, keeping in mind the liveweight and the presence or not of horns (27).

Peso vivo	Ganado astado (hasta 10% del lote)	Ganado mocho o descornado
360 kg	1,00 m ²	0,95 m ²
454 kg	1,20 m ²	1,10 m ²
545 kg	1,40 m ²	1,35 m ²
635 kg	1,75 m ²	1,70 m ²

afecta el equilibrio y aumenta la incidencia de golpes, ya que los animales no encuentran soporte en sus compañeros de tropa, como si ocurre con densidades intermedias.

Grigor et al. (29) no encontraron efecto sobre los parámetros de calidad de la carne (pHf, terneza, jugosidad, flavor y hematomas) cuando compararon dos densidades (0,3 y 0,4 m²/100 kg PV) para terneros de 234 kg. Cabe aclarar que dicho estudio se realizó con densidades que pueden considerarse cercanas a las adecuadas de acuerdo con las consideraciones de Gallo y Tadich (23). Estos autores recomiendan una disponibilidad de espacio de 0,58; 0,46 y 0,36 m²/100 kg PV para animales de 50, 100 y 200 kg, respectivamente. Esto se justifica en el hecho de que los terneros, a diferencia de los animales adultos, tienen mayor preferencia por viajar echados.

7. Aspectos relativos al vehículo y a las condiciones de manejo

Naturalmente, el diseño del vehículo utilizado en el transporte es determinante para el bienestar de los animales (8). Existen camiones cuyo uso exclusivo es el transporte de hacienda y otros de uso no exclusivo (i.e., cerealeros) que tienen falencias en su diseño para el transporte de animales. Esto es un factor que aumenta considerablemente el riesgo de lesiones (25). Es fundamental la presencia de piso antideslizante (74), generalmente enrejillado. Estas rejillas deben controlarse y mantenerse, ya que corren el riesgo de

romperse y generar salientes agudas que pueden lesionar las pezuñas de los animales (46). Las subdivisiones mejoran el sustento y reducen el estrés (15, 24). Los rodillos internos y externos, en la puerta y en cada subdivisión, disminuyen la incidencia y gravedad de los golpes (25). La suspensión y la presión de aire en los neumáticos influyen en el nivel de vibración del camión (68, 71), aunque este último factor no parece ser determinante en el nivel de estrés de los animales ni en la calidad de la carne de los mismos (33).

Un buen estado de rutas y un manejo prudente parecen ser más importantes en términos de bienestar animal que la distancia recorrida o el tiempo total de viaje (8, 22, 74). Eldridge et al. (15) mostraron que la frecuencia cardíaca de los animales era más baja en caminos en buena condición y con marcha estable, que cuando recorrían caminos en mal estado, con frenadas frecuentes. Coincidentemente, Hall et al. (32) encontraron mayores niveles de cortisol en viajes por rutas sinuosas respecto de rutas predominantemente rectas. A su vez, hay evidencia de que los eventos de manejo más fuertemente asociados a pérdidas de equilibrio y caídas por parte de los animales son: curvas, frenadas, traqueteos durante la marcha, cambios de marcha y arranques (75). De hecho, el 80% de las pérdidas de balance se dan por frenadas bruscas, al cambiar de marcha y en las curvas. A densidades altas, las curvas son las causas más comunes, mientras que las frenadas lo son a densidades más bajas (76).

Un aspecto fundamental e imprescindible es que los conductores realicen una inspección periódica de la carga, para detectar la presencia de animales caídos y proceder en consecuencia ayudándolos a levantarse (74). Estas inspecciones se complican en camiones de doble piso (7). El conductor es el responsable del bienestar de los animales durante el transporte y, por lo tanto, debería recibir un adecuado entrenamiento y concientización acerca de las consecuencias de un manejo inadecuado, así como de los daños generados por la falta de inspección de los animales durante el viaje, el uso de picanas eléctricas y los golpes (7, 55).

8. Estrés térmico durante el transporte

Las temperaturas extremas afectan fuertemente el bienestar de los animales durante el transporte (8). Con el camión en movimiento, las corrientes de aire ayudan a disipar el calor, pero la temperatura aumenta fuertemente con el camión detenido por lo que toda detención, en particular en verano, puede ocasionar un aumento de temperatura que afecte el bienestar de los animales (74). La ventilación podría ser peor en vehículos de doble piso (8). Tanto a muy altas (35) como a muy bajas temperaturas (81) hay una mayor depleción de glucógeno, mayor pHf de las carnes y aumento en la incidencia de carnes DFD. Por otro lado, Eldridge y Winfield (14) hallaron mayor incidencia y profundidad de lesiones en las reses cuando el clima se volvía más frío y húmedo.

9. Conclusiones

El transporte es un evento estresante inevitable, cuyas consecuencias deben ser minimizadas. Es importante comprender que la ausencia de pérdidas económicas no es garantía de bienestar, por lo cual las líneas de investigación futuras en la temática deberían centrarse en la identificación de las manifestaciones fisiológicas y comportamentales que anteceden a la aparición de los efectos del estrés sobre la calidad de la carne. Por otro

lado, es necesario brindar capacitación al personal involucrado en el transporte de bovinos acerca del impacto del maltrato de los animales y sobre las prácticas recomendables para reducirlo. La posibilidad de utilizar un sistema de recompensas y castigos podría ayudar a mejorar la situación y a reducir pérdidas. Las reglamentaciones respecto al transporte de animales vivos, deberían basarse en evidencia científicamente constatada, preferentemente generada en el mismo medio en el que serán aplicadas.

La serie de eventos que preceden al transporte y el transporte en sí mismo deben entenderse como uno de las principales fuentes de estrés perifaena. Todas las acciones que apunten a mitigar los efectos estresante durante el encierre previo a la carga (nutrición e hidratación adecuada, reducción del estrés, selección de los animales), durante la carga del camión, durante el viaje y durante la descarga, contribuyen a mejorar la calidad y la imagen del producto generado. La responsabilidad atraviesa a varios actores:

1. el propietario de la hacienda es el que decide las densidades de carga y el tiempo de viaje, por lo que debería ser consciente del riesgo que implican la sobrecarga del camión y los viajes largos. Viajes de menos de 4 horas realizados en buenas condiciones, no afectarían la calidad ni producirían pérdidas en cantidad de carne.
2. el personal de campo que es responsable del manejo de los animales antes y durante la carga. Es necesario capacitarlo y explicarle claramente los efectos de un manejo inadecuado.
3. una gran responsabilidad le cabe también al conductor, ya que las condiciones de manejo son fundamentales en la incidencia de caídas. Un manejo prudente y un control periódico de la carga (como máximo cada 2 horas) disminuyen el riesgo de animales caídos. Las detenciones deberían ser evitadas o reducidas, en especial en época estival.

Desde el punto de la investigación, es necesario contar con información experimentalmente validada y con datos de relevamientos de la situación local. Desde el punto de la extensión y la difusión, es necesario llegar con el concepto de bienestar animal, reducción de estrés y reducción de pérdidas, a todos los actores involucrados en la cadena de producción y comercialización de ganado vacuno.

10. Bibliografía

1. Bartos, L., Franc, C., Rehák, D. and Stípková, M. 1993. A practical method to prevent dark-cutting (DFD) in beef. *Meat Sci.* 34: 275-282.
2. Batista de Deus, J.C., Silva, W.P. y Soares, G.J.D. 1999. Efeito da distância de transporte de bovinos no metabolismo *post-mortem*. *Rev. Brasileira Agroc.* 5: 152-156.
3. Bendall, J.R. and Swatland, H.J. 1988. A review of the relationships of pH with physical aspects of pork quality. *Meat Sci.* 24: 85-126.
4. Brito, M.L., Gallo, C., Manriquez, P., Raty, P. y Tadich, N. 2006. Efecto del destete y de un transporte marítimo y terrestre sobre las concentraciones sanguíneas de cortisol y haptoglobina en corderos. XXXI Congreso de la Sociedad Chilena de Producción Animal, INIA Quilamapu, Chillán, Chile.
5. Broom, D.M. 2000. Welfare assessment and problem areas during handling and transport. *In: Grandin, T.* ed. *Livestock Handling and Transport.* CAB International, Wallingford, UK. pp. 43-61.
6. Broom, D.M. 2004. Bienestar animal. *In: Galindo Maldonado, F. y Orihuela Trujillo, A.* ed. *Etología Aplicada.* U.N.A.M., Mexico City. pp. 51-87.
7. Broom, D.M. 2005. The effects of land transport on animal welfare. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 24: 683-691.
8. Broom, D.M. 2008. The welfare of livestock during road transport. *In: Appleby, M.C. and others* ed. *Long distance transport and welfare of farm animals.* CAB International, Oxfordshire, UK. pp. 157-181.
9. Burdick, N.C., Carroll, J.A., Hulbert, L.E., Dailey, J.W., Willard, S.T., Vann, R.C., Welsh, T.H. and Randel, R.D. 2010. Relationships between temperament and transportation with rectal temperature and serum concentrations of cortisol and epinephrine in bulls. *Livestock Sci.* 129: 166-172.
10. Carcagno, A.R. 1995. Corteza Adrenal. *In: García Sacristán, A. y otros* ed. *Fisiología Veterinaria.* Mc Graw-Hill – Interamericana, Madrid, España. pp. 767-780.
11. Chacón, G., García-Belenguer, S., Villarroel, M. and María, G.A. 2005. Effect of transport stress on physiological responses of male bovines. *German J. Vet. Med.* 112: 465-469.
12. Davies, P., Pighín, D., Ceconi, I., Pazos, A., Méndez, D., Buffarini, M., Irurueta, M. y Grigioni, G. 2009. Efecto del temperamento y manejo prefaena sobre parámetros bioquímicos y calidad carne en bovinos. Primer encuentro de Investigadores en Bienestar Animal. Valdivia, Chile. Nov. 2-4.
13. Devine, C.E., Graafhuis, A., Muir, P.D. and Chrystall, B.B. 1993. The effect of growth rate and ultimate pH on meat quality of lambs. *Meat Sci.* 35: 63-77.
14. Eldridge, G.A. and Winfield, C.G. 1988. The behaviour and bruising of cattle during transport at different space allowances. *Australian J. Exp. Agr.* 28: 695-698.
15. Eldridge, G.A., Winfield, C.G. and Cahill, D.J. 1988. Responses of cattle to different space allowances, pen sizes and road conditions during transport. *Australian J. Exp. Agr.* 28: 155-159.
16. Farm Animal Welfare Council. 1991. Report on the European Commission Proposals on the transport of animals. London, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food publications.
17. Ferguson, D.M., Bruce, H.L., Thompson, J.M., Egan, A.F., Perry, D. and Shorthose, W.R. 2001. Factors affecting beef palatability-Farmgate to chilled carcass. *Australian J. Exp. Agr.* 41: 879-891.
18. Ferguson, D.M. and Warner, R.D. 2008. Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? *Meat Sci.* 80: 12-19.
19. Fernández, X., Monin, G., Culioli, J., Legrand, I. and Quilichini, Y. 1996. Effect of duration of feed withdrawal and transportation time on muscle characteristics and quality in Friesian-Holstein calves. *J. Anim. Sci.* 74: 1576-1583.
20. Gallo, C., Espinoza, M.A. y Gasic, 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 en bovinos. *Arch. Med. Vet.* 33: 43-53.

21. Gallo, C., Lizondo, T. and Knowles, T.G. 2003. Effects of journey and lairage time on stress transported to slaughter in Chile. *Vet. Record.* 152: 361-364.
22. Gallo C., Perez, V.S., Sanhueza, V.C. y Gasic, 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. *Arch. Med. Vet.* 32: 157-170.
23. Gallo, C. y Tadich, N. 2005. Transporte terrestre de bovinos: efectos sobre el bienestar animal y la calidad de la carne. *Agro-Ciencia.* 21: 37-49.
24. Gallo, C., Warriss, P., Knowles, T., Negrón, R., Valdés, A. y Mencarini, I. 2005 Densidades de carga utilizadas para el transporte de bovinos destinados a matadero en Chile. *Arch. Med. Vet.* 37: 155-159.
25. Ghezzi, M.D., Acerbi, R., Ballerio, M., Rebagliatti, J.E., Díaz, M.D., Bergonzelli, P., Civit, D., Rodríguez, E.M., Passucci, J.A., Cepeda, R., Sañudo, M.E., Copello, M., Scorziello, J., Caló, M., Camussi, E., Bertoli, J. y Aba, M.A. 2008. Evaluación de las prácticas relacionadas con el transporte terrestre de hacienda que causan perjuicios económicos en la cadena de ganados y carnes. IPCVA, Buenos Aires, Argentina. Cuadernillo Técnico Número 5. 28 p.
26. Gill, C.O. and Newton, K.G. 1981. Microbiology of DFD beef. The problem of dark cutting in beef. Netherlands: Martinus Nijhoff Publishers. pp. 305-321.
27. Grandin, T. 2000. El transporte de ganado: guía para las plantas de faena. Traducción: Jiménez Zapiola, M. <<http://www.grandin.com/spanish/transporte.ganado.html>> [Consulta 29/1/09].
28. Gregory, N.G. 2008. Animal welfare at markets and during transport and slaughter. *Meat Sci.* 80: 2-11.
29. Grigor, P.N., Cockram, M.S., Steele, W.B., McIntyre, J., Williams, C.L., Leushuis, I.E. and Van Reenen, C.G. 2004. A comparison of the welfare and meat quality of veal calves slaughtered on the farm with those subjected to transportation and lairage. *Livestock Prod. Sci.* 91: 219-228.
30. Guignot, F., Touraille, C., Ouali, A., Renner, M. and Monin, G. 1994. Relationships between post-mortem pH changes and some traits of sensory quality in veal. *Meat Sci.* 37: 315-325.
31. Hall, S.J.G. and Bradshaw, R.H. 1998. Welfare aspects of transport by road of sheep and pigs. *J. Appl. Anim. Welfare Sci.* 1: 235-254.
32. Hall, S.J.G., Kirkpatrick, S.M., Lloyd, D.M. and Broom, D.M. 1998 Noise and vehicular motion as potential stressors during the transport of sheep. *Anim. Sci.* 67: 467-473.
33. Honkavaara, M., Helynranta, E., Ylönen, J. and Pudas, T. 2005. Effect of chassis vibration during road transport on cattle welfare and meat quality. Proceedings of the 51st congress of meat science an technology, Baltimore, EEUU, August 7-12, p. 1-5
34. Immonen, K. and Puolanne, E. 2000. Variation of residual glycogen-glucose concentration at ultimate pH values below 5.75. *Meat Sci.* 55: 279-283.
35. Immonen, K., Ruusunen, M., Hissa, K. and Puolanne, E. 2000. Bovine muscle glycogen concentration in relation to finishing diet, slaughter and ultimate pH. *Meat Sci.* 55: 25-31.
36. Immonen, K., Ruusunen, M. and Puolanne, E. 2000. Some effects of residual glycogen concentration on the physical and sensory quality of normal pH beef. *Meat Sci.* 55: 33-38.
37. Jones, S.D.M., Schaefer, A.L., Tong, A.K.W. and Vincent, B.C. 1988 The effects of fasting and transportation on beef cattle. 2. Body component changes, carcass composition and meat quality. *Livestock Prod. Sci.* 20: 25-35.
38. Kenny, J.F. and Tarrant, P.V. 1987. The physiological and behavioural responses of crossbred Friesian steers to short-haul transport by road. *Livestock Prod. Sci.* 17: 63-75.
39. Kenny, J.F. and Tarrant, P.V. 1987. The reaction of young bulls to short-haul road transport. *Appl. Anim. Behaviour Sci.* 17: 209-227.
40. Knowles, T.G. 1999. A review of the road transport of cattle. *Vet. Record* 144: 197-201.
41. Knowles, T.G., Brown, S.N., Edwards, J.E., Phillips, A.J. and Warriss, P.D. 1999. Effect on young calves of a one-hour feeding stop during a 19-hour road journey. *Vet. Record.* 144: 687-692.
42. Knowles, T.G. and Warriss, P.D. 2000. Stress physiology of animals during transport. In: Grandin, T. ed. *Livestock Handling and Transport.* CAB International, Wallingford, UK. pp. 385-407.
43. Knowles, T.G., Warriss, P.D., Brown, S.N. and Edwards, J.E. 1999. Effects on cattle of transportation by road for up to 31 hours. *Vet. Record.* 145: 575-582.
44. Kolacz, R., Bodak, E.Z. and Grudnik, T. 2002. C-reactive protein in blood serum of pigs exposed to transportation stress. *Folia Veterinaria Univ of Vet. Med. Kosice,* 46(2): 20-21.

- (original no consultado; citado en: Kolacz, R., Grudnik, T., Stefaniak T., Bodak, E. 2003. Haptoglobin in the blood serum of pigs exposed to transportation stress Proceedings of the XI International Congress ISAH 2003, México).
45. Kolacz, R., Grudnik, T., Stefaniak, T. and Bodak, E. 2003. Haptoglobin in the blood serum of pigs exposed to transportation stress Proceedings of the XI International Congress ISAH 2003, México.
 46. Lapworth, J.W. 2008. Engineering and design of vehicles for long distance road transport of livestock: the example of cattle transport of Northern Australia. *Vet. Italiana*. 44: 215-222.
 47. Lefebvre, H.P., Laroute, V., Braun, J.P., Lassourd, V. and Toutain, P.L. 1996. Non-invasive and quantitative evaluation of post-injection muscle damage by pharmacokinetic analysis of creatine kinase release. *Vet. Res.* 27: 343-361.
 48. Lensink, B.J., Fernandez, X, Cozzi, G., Florand, L. and Veissier, I. 2001. The influence of farmers behaviour on calves reaction to transport and quality of veal meat. *J. Anim. Sci.* 79:642-652.
 49. Lowe, T.E., Devine, C.E., Wells, R.W. and Lynch, L.L. 2004. The relationship between post-mortem urinary catecholamines, meat ultimate pH, and shear force in bulls and cows. *Meat Sci.* 67:251-260.
 50. María, G.A. 2008. Meat quality. *In: Appleby, M.C and others ed. Long distance transport and welfare of farm animals.* CAB International. Oxfordshire, UK.
 51. María, G.A. 2009. Consecuencias de la intensificación sobre el bienestar animal en corderos. Primer encuentro de Investigadores en Bienestar Animal. Valdivia, Chile. Nov. 2-4.
 52. María, G.A., Villarroel, M., Sañudo, C., Olleta, J.L. and Gebresenbet, G. 2003. Effect of transport time and ageing on aspects of beef quality. *Meat Sci* 65: 1335-1340.
 53. Matteri, R.L., Carroll, J.A. and Dyer, C.J. 2000. Neuroendocrine responses to stress. *In: Moberg, G.P. y Mench, J.A. ed. The biology of animal stress - Basic principles and implications for animal welfare.* CABI Publishing, Oxon, UK. pp. 43-77.
 54. McNally, P.W. and Warriss, P.D. 1996. Recent bruising in cattle at abattoirs. *Vet. Record.* 138: 126-128.
 55. McNally, P.W. and Warriss, P.D. 1997. Prevalence of carcass bruising and stick-marking in cattle bought from different auction markets. *Vet. Record.* 140: 231-232.
 56. Moberg, G.P. 2000. Biological response to stress implications to animal welfare. *In: Moberg, G.P. y Mench, J.A. ed. The biology of animal stress – Basic principles and implications for animal welfare* CABI Publishing Oxon, UK. pp. 1-22.
 57. Parker, A.J., Coleman, C.J. and Fitzpatrick, L.A. 2009. A technique for sampling blood from cattle during transportation. *Animal Prod. Sci.* 49: 1068-1070.
 58. Parker, A.J., Hamlin, G.P., Coleman, C.J. and Fitzpatrick, L.A. 2003. Quantitative analysis of acid-base balance in *Bos indicus* steers subjected to transportation of long duration. *J. Anim. Sci.* 81, 1434-1439.
 59. Parrott, R.F., Hall, S.J.G. and Lloyd, D.M. 1998. Heart rate and stress hormone responses of sheep to road transport following two different loading responses. *Anim. Welfare.* 7: 257-267.
 60. Phillips, W.A., Juniewicz, P.E. and Vontungeln, D.L. 1991. The effect of fasting, transit plus fasting, and administration of adrenocorticotrophic hormone on the source and amount of weight lost by feeder steers of different ages. *J. Anim. Sci.* 69: 2342-2348.
 61. Pighin, D., Davies, P., Ceballos, N., Buffarini, M., Ceconi, I. y Gonzalez, C. 2009. Estudio de variables fisiológicas en bovinos de raza británica con temperamentos contrastantes. Primer encuentro de Investigadores en Bienestar Animal, América. Valdivia, Chile. Nov. 2-4.
 62. Purchas, R.W., Yan, X. and Hartley, D.G. 1999. The influence of a period of ageing on the relationship between ultimate pH and shear values of beef *m. longissimus thoracis*. *Meat Sci.* 54:155-162.
 63. Rebagliatti, J.E., Ballerio, M., Acerbi, R., Díaz, M., Alvarez, M. de los M., Bigatti, F., Cruz, J.A., Mascitelli, L., Bergonzelli, P., González, C., Civit, D. y Ghezzi, M.D. 2007. Evaluación de las prácticas ganaderas en bovinos que causan perjuicios económicos en plantas frigoríficas de la república argentina (año 2005). IPCVA, Buenos Aires, Argentina. Cuadernillo Técnico Número 3. 35 p.
 64. Sartorelli, P., Dominoni, S. and Agnes, F. 1992. Influence of duration of simulated transport on plasma stress markers in the calf. *J. Med. Vet.* 39: 401-403.
 65. Schaefer, A.L., Jones, S.D. and Stanley, R.W. 1997. The use of electrolyte solutions for reducing transport stress *J Anim. Sci.* 75: 258-265.

66. Shaw, F.D., Baxter, R.I. and Ramsey, W.R. 1976. The contribution of horned cattle to carcass bruising. *Vet. Record*. 98: 255-257.
67. Silva, J.A., Patarata, L. and Martins, C. 1999. Influence of ultimate pH on bovine meat tenderness during ageing. *Meat Sci.* 52: 453-459.
68. Singh, S.P. 1991. Vibration levels in commercial truck shipments. American Society of Agricultural Engineers, St Joseph, Michigan.
69. Smith, G.C. and Grandin, T. 1999. The relationship between good handling/stunning and meat quality. American Meat Institute Foundation, Animal Handling and Stunning Conference, Kansas City, Missouri. pp. 1-22.
70. Stanger, K.J., Ketheesan, N., Parker, A.J., Coleman, C.J., Lazzaroni, S.M. and Fitzpatrick, L.A. 2005. The effect of transportation on the immune status of *Bos indicus* steers. *J Anim. Sci.* 83: 2632-2636.
71. Stevens, D.G. and Camp, T.H. 1979. Vibration in a livestock vehicle. American Society of Agricultural Engineers, St Joseph, Michigan.
72. Tadich, N., Gallo, C., Bustamante, H., Schwertler, M. and Van Schaik, G. 2005. Effect of transport and lairage time on some blood constituents of Fresian-cross steers in Chile. *Livestock Prod. Sci.* 93:223-233.
73. Tadich, N., Gallo, C., Echeverría, R. y Van Schaik, G. 2003. Efecto del ayuno durante dos tiempos de confinamiento y transporte terrestre sobre algunas variables sanguíneas indicadores de estrés en novillos. *Arc. Med. Vet.* 35: 171-185.
74. Tarrant, P.V. and Grandin, T. 2000. Cattle transport. *In: Grandin, T. ed. Livestock handling and transport.* CAB International, Oxfordshire, UK.
75. Tarrant, P.V., Kenny, F.J. and Harrington, D. 1988. The effect of stocking density during 4 hour transport to slaughter on behaviour, blood constituents and carcass bruising in fresian steers. *Meat Sci.* 24: 209-222.
76. Tarrant, P.V., Kenny, F.J., Harrington, D. and Murphy, M. 1992. Long distance transportation of steers to slaughter: effect of stocking density on physiology, behavior and carcass quality. *Livestock Prod. Sci.* 30:223-238.
77. Trunkfield, H.R., Broom, D.M., Maatje, K., Wierenga, H.K., Lambooi, E. and Kooijman, J. 1991. Effects of housing on responses of veal calves to handling and transport. *In: Metz, J.H.M. and Groenestein, C.M. ed. New Trends in Veal Calf Production.* Wageningen Publica tions, Wageningen, The Netherlands. pp. 40-43.
78. Vallat, B. 2004. The OIE: historical and scientific background and prospects for the future. Proceedings of the global conference on Animal Welfare: An OIE Initiative. World Organisation for Animal Health, Paris, France. pp. 5-6.
79. Van Der Water, G., Verjans, F. and Geers, R. 2003. The effect of short distance transport under commercial conditions on the physiology of slaughter calves; pH and colour profiles of veal. *Livestock Prod. Sci.* 82: 171-179.
80. Villarroel, M., María, G.A., Sañudo, C., Olleta, J.L. and Gebresenbet, G. 2003. Effect of transport time on sensorial aspects of beef meat quality. *Meat Sci.* 63: 353-357.
81. Warner, R.D., Eldridge, G.A., Barnett, J.L. Halpin, C.G. and Cahill, D.J. 1986. The effects of fasting and cold stress on dark cutting and bruising in cattle. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 16:383-386.
82. Warriss, P.D. 2000. *Meat Science: an introductory text.* CAB International, Wallingford, UK. 320 p.
83. Warriss, P.D., Brown, S.N., Knowles, T.G., Kestin, S.C., Edwards, J.E. Dolan, S.K. and Phillips, A.J. 1995. Effects on cattle of transport by road for up to 15 hours. *Vet. Record.* 136:319-323.
84. Watanabe, A., Daly, C.C. and Devine, C.E. 1996. The effects of the ultimate pH of meat on tenderness changes during ageing. *Meat Sci.* 42: 67-78.
85. Weeks, C.A., McNally, P.W. and Warriss, P.D. 2002. Influence of the design of facilities at auction markets and the animal handling procedures on bruising in cattle. *Vet. Record.* 150: 743-748.
86. Wythes, J.R. 1979. Effects of tipped horns on cattle bruising. *Vet. Record.* 104: 390-392.
87. Wythes, J.R., Arthur, R.J., Thompson, P.J.M., Williams, G.E. and Bond, J.H. 1981. Effect of transporting cows various distances on live-weight, carcass traits and muscle pH. *Australian J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 21:557-561.
88. Yeh, E., Anderson, B., Jones, P. and Shaw, F. 1978. Bruising in cattle transported over long distances. *Vet. Record.* 103:117-119.
89. Zimmerman, M., Grigioni, G., Domingo, E. y Taddeo, H. 2009. Factores experimentales de estrés prefaena en "chivito criollo neuquino". *Rev. Arg. Prod. Anim.* 29 (Supl. 1): 158-159.