

ARTICULOS DE REVISION

TRANSPORTE TERRESTRE DE BOVINOS: EFECTOS SOBRE EL BIENESTAR ANIMAL Y LA CALIDAD DE LA CARNE*

LAND TRANSPORT OF CATTLE FOR SLAUGHTER: EFFECTS ON ANIMAL WELFARE AND MEAT QUALITY*

Carmen Gallo¹, Néstor Tadich²

¹Instituto de Ciencia Animal y Tecnología de Carnes, ²Instituto de Ciencias Clínicas Veterinarias, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. Casilla 567, fax: 56-63-221212. cgallo@uach.cl

RESUMEN

El transporte de animales y los manejos asociados a él tales como el ayuno, la carga y descarga, constituyen eventos que provocan estrés, pérdidas de peso, daños físicos y a veces incluso la muerte. Consecuentemente el transporte afecta directa o indirectamente el bienestar animal, la cantidad y la calidad de la carne producida. Los efectos del transporte y el eventual estrés sobre el bienestar animal se pueden medir mediante indicadores fisiológicos y de comportamiento de los animales. Los efectos cuantitativos y cualitativos sobre la producción de carne se miden en general a través de los cambios de peso vivo y de la canal, el daño en las canales (contusiones) y las alteraciones de pH y color en la carne. En el presente trabajo se hace una revisión bibliográfica de estos efectos en bovinos, con especial énfasis en la situación chilena.

Palabras claves: Transporte terrestre, calidad de carne, bienestar animal, estrés, bovinos.

ABSTRACT

The transport of animals and associated handling practices like fasting, loading and unloading are stressful events, producing weight losses, physical damage and sometimes even death. Consequently, transport directly or indirectly affects animal welfare as well as the quantity and quality of beef produced. The effects of transport and stress on animal welfare can be determined through physiological indicators, measuring the concentrations of blood constituents such as cortisol, glucose, lactate, creatinphosphokinase and packed cell volume, and also through behavioral changes during handling. The effects of transport on the quantity and quality of beef are usually measured by means of changes in live and carcass weight, carcass damage (bruising) and alterations of pH and colour in muscle postmortem. The present review addresses these effects on cattle, with especial emphasis on the Chilean situation.

Keywords: Land transport, animal welfare, meat quality, stress, cattle.

INTRODUCCION

En Chile no se le ha dado la importancia necesaria a la relación entre transporte, bienestar animal y calidad de la carne (Gallo, 1994; 1996). En países más desarrollados éste es un punto sobre el cual el consumidor ejerce presión, insistiendo en que se contemple dentro de los esquemas de producción y comercialización aspectos relativos al bienestar animal ("Animal Welfare"), constituyendo un atributo más de calidad del producto que se conoce como calidad ética. Los eventos involucrados en el proceso de transporte, tales como el uso de diferentes elementos de arreo, la carga, el hacinamiento en corrales y en vehículos en movimiento, la descarga, la privación de agua y alimento durante el viaje y otros manejos realizados en los animales destinados a producir carne, provocan en ellos estrés (Selye, 1954; Bohus, 1987). El estrés, especialmente si es prolongado, puede tener efectos directos sobre el bienestar animal y también sobre la producción cuantitativa y cualitativa de carne (Warriss, 1990; Gregory, 1998).

Según Broom (2003), el bienestar de los animales durante el transporte puede evaluarse usando una variedad de mediciones, tanto relativas al comportamiento, como fisiológicas y también de daños físicos y de calidad de canal. Se considera que la presencia de estos últimos es indicador de un estrés severo o prolongado y de un pobre bienestar. Además, la salud, que es parte importante del bienestar animal, se puede ver afectada por el transporte, dado que el estrés reduce la respuesta inmune de los animales predisponiendo a la presentación de enfermedades e incluso muerte en los animales de mayor riesgo (muy jóvenes o muy viejos por ejemplo).

En Chile, el transporte prolongado y los manejos asociados a éste están entre los principales factores que influyen sobre el bienestar animal y la calidad de la carne en bovinos. Ello se debe a que los bovinos, en general, son transportados en pie desde los centros de producción ubicados preferentemente en las regiones del sur del país, IX, X y XI, para ser faenados en los principales centros de consumo, cercanos a la capital (Chile, 2005).

1. EL TRANSPORTE DE ANIMALES Y SU REGULACION

Hasta enero de 1994 no existía en Chile una reglamentación clara y precisa que estableciera normas para garantizar que el ganado llegue en buenas condiciones a su destino y reciba un manejo adecuado. Actualmente, al menos el transporte de ganado bovino, sea vía terrestre, en naves o aeronaves, además de cumplir con las normas del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, debe ajustarse a la Ley de Carnes (Chile, 1992) y su reglamento general de transporte de ganado bovino y carne (Chile, 1993; 1997), bajo la fiscalización del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). En este reglamento se establecen los manejos y procedimientos que se deben llevar a cabo con el ganado para garantizar un adecuado transporte. Entre otros aspectos, se establece que el ganado debe ser vigilado regularmente por el transportista durante el viaje, quien es responsable de los animales desde el punto de partida hasta su destino, y que el tiempo máximo de transporte continuo es de 24 h. Cuando el transporte es más prolongado, la reglamentación chilena señala que debe efectuarse un descanso, bajando los animales del camión luego de 24 h de viaje y abrevándolos por 8 horas antes de continuar.

Según Gallo *et al.* (1995), en 1994 el tiempo de viaje promedio desde Osorno a Santiago (alrededor de 950 km y uno de los tramos más frecuentes en el transporte comercial) era de 24 h, es decir coincidía con el límite máximo reglamentario (Chile, 1993), evidenciándose la existencia de viajes de hasta 41 h continuas sin realizar abrevajes. Actualmente, la modernización de las carreteras ha permitido que estas jornadas en camión desde los principales centros de producción a Santiago se hayan acortado y se encuentren más cerca de las 15 h. Sin embargo, viajes de esta duración siguen siendo considerados importantes desde el punto de vista del impacto sobre el bienestar animal, la cantidad y calidad de carne (Gallo *et al.*, 2000; 2001; 2003 a). En Chile son frecuentes los viajes más prolongados aún, como ocurre en el caso del transporte de bovinos adultos y terneros procedentes de la XI Región. Estos viajes inclu-

yen 20 a 24 h en el vehículo a bordo de transbordadores y su duración total promedio alcanza 39 (+/-9) h con un rango de 27,5 hasta 72,5 h (Aguayo y Gallo, 2005).

En definitiva, el transporte más prolongado que 24 h (36 h), sea con o sin descanso, tiene un impacto significativo sobre el bienestar animal, variables sanguíneas indicadoras de estrés (Tadich *et al.*, 2000) y sobre la calidad de la carne en términos de contusiones, pH y color (Gallo *et al.*, 2001). Dentro del transporte prolongado, el descanso y abrevaje aminoran las caídas de animales durante el viaje, las contusiones y la presentación de canales con pH anormalmente alto (Gallo *et al.*, 2001).

Estudios en otros países indican que, en general, los bovinos son capaces de resistir bien hasta 24 h de transporte bajo buenas condiciones, y que no se justifican los descansos con descarga en este período, ya que el estrés adicional de descargar y cargar nuevamente es más negativo (Atkinson, 2001; Grötzschel, 2003). Acuerdos internacionales indican que un transporte de hasta 24 h continuadas sería aceptable desde un punto de vista de bienestar animal si las condiciones del viaje son óptimas (Tarrant y Grandin, 1993; Grötzschel, 2003).

El tiempo total de transporte puede ser un problema menor para el bienestar animal si las condiciones bajo las cuales viajan los animales son adecuadas (Tarrant y Grandin, 1993). En general, éste no es el caso cuando se trata del transporte comercial de bovinos destinados a matadero en Chile, ya que se ha demostrado que además de ser prolongado, va asociado a una disponibilidad de espacio promedio de 1 m² por 455 kg, es decir muy cercana al mínimo reglamentario (Gallo *et al.*, 1995; 2005). Al respecto la legislación europea recomienda una disponibilidad mínima de 1,35 m² por 500 kg de peso vivo en bovinos (FAWC, 1991). Además, se señala que dicha disponibilidad debe aumentarse en caso de jornadas de viaje superiores a 12 h, así como también si se debe alimentar y abrevar a los animales durante el viaje, en el camión.

Según el Consejo de la Unión Europea (2004), se considera transporte largo aquel que excede las 8 h de viaje, contadas éstas desde que el primer animal se carga y hasta que el último animal se descarga. En los viajes de más de 8 h se reco-

miendan descansos en el vehículo, con provisión de agua y alimento según las necesidades. La Organización Mundial para la Salud Animal (OIE, 2004), integrada por 166 países miembros, es hoy la institución internacional que lidera el campo del bienestar animal, debido a que sus estándares están basados exclusivamente en la ciencia. La OIE ha elaborado pautas con recomendaciones para un transporte adecuado de animales por tierra, aire y mar (OIE, 2005). Más que establecer límites a los tiempos y a las condiciones de viaje, las recomendaciones de la OIE tienden a proteger el bienestar de los animales durante el transporte y los manejos anexos desde el origen hasta el destino de los animales; ello incluye también requerimientos de capacitación para el personal encargado de los animales y responsabilidades explícitas para los distintos eslabones comprometidos.

2. TRANSPORTE, BIENESTAR ANIMAL Y COMPORTAMIENTO

Hay muchas técnicas de crianza y de manejo modernas que afectan el bienestar de los animales, al exigir altas ganancias diarias de peso y producir una alteración de las condiciones medioambientales naturales de los animales (Bouissou, 1980). Pero sin duda el transporte y los manejos anexos son reconocidos entre los principales factores causantes de estrés en los animales y muchas veces hasta dolor y sufrimiento innecesario (Tarrant y Grandin, 1993).

El bienestar de un individuo se entiende como un estado de armonía con su medio ambiente (Broom, 2003), por lo tanto tiene que ver con el esfuerzo que debe realizar para sobreponerse a las adversidades del ambiente. Para poder mejorar el bienestar del ganado durante el transporte y sus manejos anexos, es necesario poder medirlo de alguna manera. Uno de los indicadores más obvios de que un animal está teniendo dificultades para hacer frente a cambios en su medio ambiente son los cambios del comportamiento. Por ejemplo, si al arrear los animales éstos rehúsan avanzar, retroceden, se resbalan o caen, arrancan, o vocalizan, estos comportamientos indican que el animal tiene problemas con el medio ambiente; estos problemas pueden relacionarse con una experiencia negativa o la presencia de un objeto distractor por el pasillo donde avanza (Grandin,

1994). Los indicadores de comportamiento pueden cuantificarse durante los manejos como la separación de ganado, la carga y descarga, subida de rampas y transporte. Los indicadores más usados son el porcentaje de animales que es picañado (es aceptable hasta un máximo de 25%), el porcentaje de animales que resbala (máximo 3%) o cae (máximo 1%) y el porcentaje de animales que vocaliza (muge, máximo aceptable 3%) (Grandin, 1998). El grado de las respuestas puede indicar desde sólo incomodidad hasta dolor.

Gallo *et al.* (2003 b) evaluaron dichos indicadores de bienestar animal en una planta faenadora en Chile, durante el arreo desde los corrales hasta el cajón de noqueo y los resultados mostraron cuán lejos se estaba de los mínimos considerados como aceptables. Sin embargo, también demostraron que con la capacitación del personal es posible lograr mejoras significativas en cuanto al manejo y bienestar de los animales. Igualmente importante que la capacitación del personal, es preocuparse de que las estructuras usadas para el manejo de los animales, tales como rampas, pisos, mangas, pendientes y los vehículos, compartimentos o contenedores para transportar el ganado, estén diseñados adecuadamente, considerando las características de comportamiento de la especie para la cual serán usados (Grandin, 1994).

Actualmente los programas PABCO (Plantales Animales Bajo Certificación Oficial, Servicio Agrícola y Ganadero, Ministerio de Agricultura, Chile) consideran la aplicación de las "buenas prácticas ganaderas", que tratan algunos de los aspectos de bienestar antes mencionados, como la capacitación del personal en el manejo del ganado, el diseño de estructuras que favorezcan el avance de los animales y elementos de arreo que no tengan efectos negativos sobre el bienestar y calidad de la carne. La reglamentación vigente sobre transporte de ganado bovino (Chile, 1993) también proscribiera el uso de elementos punzantes para el arreo y entrega recomendaciones para la estructura de los camiones, además de limitar los tiempos de transporte continuo y las densidades de carga. El reglamento de estructura de mataderos (Chile, 2004) señala que debe evitarse el sufrimiento innecesario de los animales destinados a producir carne y que el personal que maneja los animales debe ser capacitado específicamente

para ello. Lo anterior demuestra preocupación por el tema de bienestar animal a nivel nacional e implica un avance en aspectos éticos.

En cuanto al comportamiento de los bovinos durante el transporte, tanto en Chile como en el extranjero (Knowles, 1999; Gallo *et al.*, 2000; 2001) se ha visto que las orientaciones más comúnmente adoptadas por los bovinos en el camión son la perpendicular y la paralela a la dirección del movimiento. Los bovinos en general prefieren mantenerse de pie durante el viaje: incluso en viajes de 29 h, el 70% de los bovinos permanece de pie (Knowles, 1999). Sin embargo, luego de 12 h de transporte, debido al cansancio por mantener el equilibrio en el camión en movimiento, el ganado bovino comienza a echarse o a caerse con mayor frecuencia. Este cambio de comportamiento implica un efecto negativo sobre el bienestar y un cambio en el ecograma normal, predisponiendo a pisoteos por parte de los demás animales, especialmente en altas densidades de carga. Por ello, para viajes prolongados se recomienda aumentar la disponibilidad de espacio para los animales.

Al respecto, Tarrant *et al.* (1988; 1992) y Tarrant y Grandin (1993) señalan que altas densidades traen consigo inconvenientes como un mayor estrés, mayor número de contusiones y más animales caídos frente a densidades medias y bajas. Además, hay inhibición del movimiento e inhabilitación para adoptar las orientaciones preferidas, con la consiguiente pérdida de balance y predisposición a caídas. Con respecto a la densidad máxima permitida por el reglamento de transporte (Chile, 1993) que es de 500 kg/m², los autores más arriba mencionados la catalogan de alta. La densidad de carga usada comercialmente para los bovinos destinados al faenamiento en Chile es en promedio de 455 kg / m² y presenta un rango bastante amplio (268 a 632 kg/m²), siendo la máxima densidad permitida frecuentemente sobrepasada (Gallo *et al.*, 2005). A este respecto diversos autores extranjeros (Tarrant *et al.*, 1988; 1992; Tarrant y Grandin, 1993; Knowles, 1999) recomiendan como máximo 360 kg/m² para el ganado adulto y consideran altas las densidades sobre 400 kg/m², donde hay mayor predisposición del ganado a caer.

En Europa, el Farm Animal Welfare Council (FAWC, 1991) recomienda para bovinos una disponibilidad de espacio mínima basada en la fór-

mula $A=0,021 W^{0,67}$, donde A es el área disponible en m² y W es el peso del animal en kg; esto equivale a 1,35 m² para un bovino de 500 kg de peso vivo. La disponibilidad debe aumentarse cuando se trata de bovinos con cuernos, hembras preñadas o cuando se debe abreviar y alimentar a los animales en el vehículo (European Commission, 2002). En el caso del transporte de terneros, la disponibilidad debe aumentarse a 0,29 m² para 50 kg; 0,46 m² para 100 kg y 0,73 m² para 200 kg, en consideración a que los terneros, a diferencia del ganado bovino adulto, prefieren viajar echados.

Si bien el tiempo de viaje es un factor definitivamente importante durante el transporte, que influye sobre el bienestar animal (Wythes *et al.*, 1981; Warriss *et al.*, 1995; Knowles *et al.*, 1999), también interactúan otros factores como las características del vehículo, la conducción del chofer, los caminos (curvas, pendientes, ripio o asfalto, etc.), el clima y la temperatura ambiental (calor, frío, lluvia, nieve, etc.), el tipo de animal transportado en particular (edad, sexo, presencia o no de cuernos, estado nutricional y fisiológico, sanidad), las condiciones particulares de diferentes países y regiones (Meischke *et al.*, 1974; Ramsay *et al.*, 1976; Yeh *et al.*, 1978; Wythes *et al.*, 1979). Según Atkinson (2001) y Broom (2003), se debe considerar que los trabajos experimentales sobre transporte de animales se realizan en general bajo condiciones de transporte que son más favorables para los animales que en la realidad comercial. Los estudios realizados en Chile sobre los efectos del transporte en bovinos se han llevado a cabo bajo condiciones comerciales, de manera que entregan una visión más real de los eventuales efectos sobre el bienestar animal y sobre la calidad de la carne.

3. TRANSPORTE, ESTRES Y VARIABLES SANGUINEAS

El estrés ha sido definido por Selye (1954) como la acción de estímulos nerviosos y emocionales provocados por el ambiente que rodea a un animal sobre los sistemas nervioso, endocrino, circulatorio, respiratorio y digestivo, produciendo cambios medibles en los niveles funcionales de estos sistemas. Los receptores sensoriales que perciben estos estímulos son principalmente de

tipo auditivo, táctil, olfatorio y visual. Sin embargo, Bohus (1987) indica que las tres fases que se presentan en el Síndrome General Adaptativo (SGA) de Selye no representan fielmente la realidad en los animales, ya que éstos presentan reacciones diferentes a los humanos en cuanto a la percepción de ambiente, estrés y adaptación. Conceptos recientes de estrés animal indican que debemos verlo como una respuesta biológica y funcional a las demandas ambientales.

Son diversos los factores que inducen estrés en los animales previo al faenamiento, entre ellos la privación de alimento, las variaciones de temperatura, el transporte por períodos prolongados, el ejercicio muscular y los estímulos sociales (mezcla de grupos de animales de distinto origen) (Forrest *et al.*, 1979; Lister *et al.*, 1981; Dantzer y Mormède, 1984; Mitchell *et al.*, 1988; Shaw y Tume, 1992; Tume y Shaw, 1992; Warriss, 1990, 1992). El transporte, el ayuno y los manejos como el arreo producen diversos grados de estrés en los animales, que según la duración e intensidad del estímulo desencadenan respuestas de tipo conductual y de tipo fisiológico que afectan estructuras somáticas y viscerales, provocando alteraciones metabólicas, endocrinas y nerviosas (Caballero y Sumano, 1993). En general, el estrés muestra una relación positiva entre la agresividad del medio externo y la magnitud de la respuesta orgánica del individuo, como reacción defensiva ante los agentes inductores de estrés.

Entre las respuestas hormonales adaptativas más destacadas frente al estrés están la secreción de catecolaminas desde la médula adrenal, corticoesteroides en la corteza adrenal y ACTH por la hipófisis anterior. Existe un gran número de interacciones en la liberación de estas hormonas. Así, los glucocorticoides regulan la biosíntesis de catecolaminas en la médula adrenal y las catecolaminas estimulan la liberación de ACTH en la hipófisis anterior. Además, existen otras hormonas como el factor liberador de la corticotrofina, el péptido vasoactivo intestinal y la vasopresina-arginina que estimulan la liberación de la hormona adenocorticotrófica ACTH, mientras que la somatostatina la inhibe. En conjunto, estos agentes determinan una compleja respuesta fisiológica a los distintos factores inductores de estrés (Axelrod y Reisine, 1984).

Entre los cambios que se pueden medir en la

sangre de los animales, destaca la secreción de la ACTH desde la adenohipófisis, la que a su vez estimula la síntesis y secreción de corticoesteroides, adrenalina, noradrenalina y hormonas tiroideas (Forrest *et al.*, 1979). Otros cambios en constituyentes sanguíneos asociados al estrés son los que se producen en las concentraciones sanguíneas de glucosa, lactato, insulina, ácidos grasos volátiles y volumen globular aglomerado (VGA). Además se ha indicado que el número de neutrófilos aumenta, mientras que el número de linfocitos monocitos y eosinófilos disminuye con el transporte junto con un aumento en el pH sanguíneo y un incremento en el cloro y hemoglobina sanguínea (Schaefer *et al.*, 1997).

Si bien no existe una respuesta específica que caracterice a todos los factores que causan estrés por igual y además existe una gran variabilidad entre animales en cuanto a la respuesta biológica frente a un mismo factor (Moberg, 1987), mediciones de las concentraciones sanguíneas de cortisol, volumen globular aglomerado, glucosa sanguínea y enzimas como la creatinfosfoquinasa se utilizan como indicadores del bienestar animal, especialmente cuando se están comparando valores previos y posteriores a un determinado manejo que se cree induce estrés y haciendo comparaciones entre animales de características generales semejantes (edad, raza, sistema de crianza, etc.). Recientemente se ha comenzado a utilizar la medición de haptoglobina, una proteína de fase aguda, unida al grupo hem, como un indicador de la presencia de enfermedades en el ganado bovino y estrés en cerdos. Estudios efectuados por Horadagoda *et al.* (1999) y Humblet *et al.* (2002) demuestran que en bovinos enfermos la haptoglobina es un indicador más preciso y precoz que las células de la línea blanca. Saco *et al.* (2002), en estudios realizados en cerdos sometidos a diferentes tiempos de transporte y manejo, encontraron que esta proteína es un adecuado indicador de estrés. Estos autores señalan que es mejor que el cortisol, ya que no presentaría variaciones circadianas, como este último. Por otra parte, Murata y Miyamoto (1993) encontraron aumentos significativos de haptoglobina en el suero de terneros castrados, de seis meses de edad, transportados durante dos días con una densidad de carga de 1,3 m² por animal. Artington *et al.* (2003) al estudiar el efecto del des-

tete y destete más transporte sobre terneros, encontraron un aumento de la haptoglobina en aquellos terneros destetados, no así en aquellos destetados y transportados. Estos autores reconocen que les faltó un muestreo previo al destete que sirviera como base de comparación y concluyen que no es necesario un proceso inflamatorio para obtener aumentos de la haptoglobina y que otros estudios son necesarios para determinar el efecto del transporte sobre esta proteína.

A mayor tiempo de transporte (3, 6, 12 y 24 h), hay mayor alteración de las variables sanguíneas indicadoras de estrés (Tadich *et al.*, 1999). El transporte incrementa significativamente las concentraciones basales de cortisol y glucosa sanguínea, medidos en novillos mantenidos con una cánula en la vena yugular (Oyarce *et al.*, 2002; Oyarce, 2005).

En un estudio llevado a cabo por Tadich *et al.*, (2005) con animales transportados por tres y 16 h y luego mantenidos en ayuno por 3, 6, 12 y 24 h se encontró que aquéllos sometidos a un transporte corto no presentaban diferencias entre ellos según el tiempo de ayuno al que fueron sometidos. Sin embargo, aquellos que tuvieron un transporte largo (16 h) presentaron diferencias de acuerdo al tiempo de ayuno posterior, encontrándose un aumento significativo de las concentraciones de betahidroxibutirato (β -HBA) y una disminución significativa de glucosa en aquellos animales con ayunos de 24 h en relación a los otros tiempos de ayuno. Aparentemente, el ayuno en los rumiantes, cuando no excede las 12 h, no presenta mayores cambios de las variables sanguíneas, pero este ayuno puede estar influenciado por el transporte previo de los animales y las condiciones (ambientales y físicas) en que éstos se mantienen en la planta faenadora de carnes (PFC) previo al sacrificio. Cockram y Corley (1991) también encontraron que aquellos animales que permanecían por mayor tiempo en los corrales de espera en la PFC presentaron mayores alteraciones en las variables sanguíneas. Sin embargo, ellos señalan que las alteraciones pueden ser atribuibles, más que al ayuno, a la calidad del manejo de los animales durante esta espera y previo al sacrificio.

Según Galyean *et al.* (1981), la respuesta al estrés del ayuno sólo difiere considerablemente de aquélla del ayuno más transporte, ya que este úl-

timo impone efectos adicionales detectables en la química sanguínea. Horton *et al.* (1996) investigaron también el efecto del transporte más ayuno frente al ayuno solo en ovinos, encontrando que las concentraciones de cortisol sanguíneo fueron más altas en los animales transportados y ayunados en comparación con los que sólo ayunaron, lo que estaría indicando un estrés adicional del transporte. Resultados similares encontraron en bovinos Tadich *et al.* (2003 a), registrando mayores aumentos de las concentraciones de VGA, glucosa y CK en novillos sin alimento y transportados en camión, que en aquéllos confinados en corrales, solamente privados de alimento por igual tiempo.

El ayuno en los rumiantes tiene en general menos efectos que en otras especies, debido a que el rumen actúa como reservorio de nutrientes y ácidos grasos volátiles (Warriss, 1990). Sin embargo, la pérdida de las reservas energéticas puede llevar a la depleción del glucógeno hepático y muscular, lo que facilita la presentación de problemas de calidad en la carne postmortem, como es el corte oscuro. Tras un reposo en ayuno de 24 h en matadero, luego de 16 h de transporte, se produce en novillos una disminución significativa del β -HBA, característica de metabolismo energético relacionado con privación de alimento (Tadich *et al.*, 2005). Por lo tanto, es esperable que con un tiempo de privación como éste o mayor, se observen efectos en la calidad de la carne. Los mismos autores concluyen que no hay un efecto beneficioso de los reposos prolongados en matadero sobre el bienestar de los animales.

La densidad de carga utilizada para el transporte de los animales también puede afectar las concentraciones de algunas variables sanguíneas (Knowles, 1999). Tadich *et al.* (2003 b) estudiaron el efecto de dos densidades de carga (400 vs 500 kg/m²) sobre la concentración sanguínea de algunas variables indicadoras de estrés en novillos transportados por 3 y 16 h, encontrando que la densidad de transporte de 500 kg/m² produjo concentraciones más altas de cortisol (P=0.0021), glucosa (P=0.039) y CK (P=0.024) a la llegada a la planta faenadora. Estas diferencias se mantuvieron hasta después del reposo de 12 h en el caso del cortisol y CK, mientras la glucosa sanguínea recuperó valores normales en el mismo tiempo.

4. TRANSPORTE, PRIVACION DE ALIMENTO, CANTIDAD Y CALIDAD DE CARNE

El transporte de animales va en general acompañado de privación de agua y alimento. A este tiempo de privación de alimento durante el viaje se agregan varias horas adicionales de espera, previo a la carga de los animales en el predio de origen y luego de la descarga, debido al reposo obligatorio de 6 h mínimo en matadero (Chile, 2004). La sumatoria de estos tiempos da un total de más de 60 h de privación de alimento para el caso de los bovinos transportados a matadero desde la X Región a Santiago (Gallo *et al.*, 1995) y puede sobrepasar las 100 h en el caso de los bovinos procedentes de la XI Región (Aguayo y Gallo, 2005).

Si bien se ha señalado anteriormente que el ayuno prolongado por sí solo (en corrales, sin transporte) no tiene un efecto significativo en rumiantes, el ayuno en combinación con transporte prolongado resulta perjudicial para el bienestar animal, según cambios apreciables en las concentraciones de variables sanguíneas indicadoras de estrés en novillos destinados a matadero (Tadich *et al.*, 2003 a). Por otra parte, el prolongar el reposo en matadero posterior al transporte (de 3 hasta 24 h), con la finalidad de que las concentraciones de las variables sanguíneas recuperen los valores normales no se justifica, ya que la recuperación lograda es escasa incluso tras 24 h (Tadich *et al.*, 2005), en tanto este reposo prolongado, sin alimento, tiene efectos negativos sobre la canal, tanto en términos de disminución de peso como de calidad de carne (Gallo *et al.*, 2003 a).

En cuanto a las pérdidas de peso vivo debidas al transporte en bovinos, Gallo *et al.* (1995) encontraron con 2 horas de espera pre-embarque en predio y transporte de 24 h un destare promedio de 41,5 kg (8,75%), lo que no incluye el peso perdido entre la llegada a matadero y la faena (espera o reposo en ayuno en corrales). Las pérdidas de peso son crecientes a mayor tiempo de transporte, aunque la relación no es lineal y las principales pérdidas ocurren en las primeras 24 h del ayuno (Bass y Duganzich, 1980; Gallo *et al.*, 2000). Además del tiempo transcurrido desde la última ingesta de alimento, influyen en la rapidez de la pérdida de peso el tipo de alimento consumido y

las condiciones climatológicas, como también el ejercicio y estrés a que se someten los animales durante el embarque, transporte y desembarque. Las pérdidas de peso vivo alcanzan al 5,5% con 3 h, 6,2% con 6 h, 6,4% con 12 h y 11,2% con 24 h de transporte, siendo en general mayores en primavera-verano que en otoño-invierno, probablemente debido a una mayor deshidratación (Gallo *et al.*, 2000).

En bovinos, el tiempo de reposo obligatorio mínimo en matadero es de 6 h (Chile, 2004), sin embargo, lo más corriente es que los animales esperen por más de 12 h (Gallo *et al.*, 1995), de manera que los tiempos de privación de alimento totales entre transporte y espera previo al sacrificio alcanzan en promedio 60 horas. Respecto a estos tiempos de transporte y ayuno tan prolongados, Gallo y Gatica (1995) demostraron que sobre 36 h se afecta no sólo el peso vivo de novillos, sino también su rendimiento centesimal de canal caliente y fría, además del peso y rendimiento porcentual de subproductos como el hígado. En estudios recientes sobre diferentes tiempos de ayuno en bovinos, Gallo *et al.* (2003 a) registraron además una tendencia a perder peso de la canal tras jornadas largas de viaje y tras largos períodos de reposo en matadero. Cabe señalar que el rendimiento de la canal es una variable que con frecuencia se usa en la comercialización del ganado, de manera que es un aspecto importante de tener presente a nivel de productores y plantas faenadoras.

Mientras mayor es el estrés sufrido por los animales durante el transporte y las esperas en ayuno, mayores serán también las pérdidas de peso, lesiones y alteraciones de calidad de la carne que en ellos se provoquen, por lo cual es recomendable no sólo reducir las esperas, sino también mantener las mejores condiciones posibles durante las mismas. Según Warriss (1992), tanto el bienestar de los animales como la calidad de la carne pueden mejorarse reduciendo los tiempos de comercialización en las ferias y las distancias de viaje hasta los mataderos, planificando adecuadamente el orden de faenamamiento en los mataderos para prevenir esperas prolongadas y procurando que las esperas se lleven a cabo en las mejores condiciones posibles.

Otro efecto importante del transporte en los bovinos destinados a faena es la presencia de daño físico por golpes (contusiones) en las canales (Godoy *et al.*, 1986; Gallo y Castro, 1995; Matic, 1997). Esto afecta directamente la calidad de la carne por el daño físico, pero también afecta indirectamente la calidad ética del producto, debido a que las lesiones son indicativas de un mal tratamiento previamente a los animales. Las contusiones están definidas en grados, de acuerdo a su profundidad (Chile, 2002): aquellas de grado 1 afectan sólo el tejido subcutáneo, las de grado 2 afectan también el tejido muscular y las de grado 3, los tejidos subcutáneo, muscular y óseo. Las pérdidas económicas por cantidad de recortes y calidad de carne que se producen por el destino limitado que se puede dar a las canales traumatizadas son considerables (Godoy *et al.*, 1986). Con la vigencia obligatoria de la clasificación y tipificación, el valor comercial de una canal que presenta contusiones grado 2 ó 3 disminuye en cerca de un 10%, debido al descenso de categoría de tipificación (Chile, 2002). Gallo *et al.* (2000) encontraron una asociación positiva entre tiempo de transporte y número y gravedad de las lesiones. Las lesiones resultaron significativamente más extensas y de mayor profundidad para un tiempo de 24 h de transporte que frente a tiempos menores. Por otra parte, al comparar la incidencia de contusiones en novillos transportados por 3 y 16 h con densidades de carga de 500 versus 400 kg/m², Valdés (2002) encontró más contusiones con la mayor densidad para el trayecto largo. A pesar de que Mencarini (2002) no encontró un efecto de esta mayor densidad de carga sobre la calidad de las canales en términos de pH y corte oscuro, parece aconsejable disminuir la densidad de carga de los novillos transportados por trayectos largos, con la finalidad de reducir las contusiones y mejorar el bienestar durante el transporte.

En cuanto a la ubicación anatómica de las contusiones, Gallo y Castro (1995) y Matic (1997) coinciden en señalar que las lesiones se ubican con mayor frecuencia en la pierna. También Godoy *et al.* (1986) habían registrado anteriormente que un 59,1% de las contusiones se producían en regiones anatómicas de mayor valor comercial, especialmente la pierna. En todos los estudios

realizados (Gallo y Castro, 1995; Gallo *et al.*, 1995; Matic, 1997) se observa una mayor frecuencia y gravedad de las contusiones, a medida que aumenta la edad de los bovinos, especialmente en vacas y bueyes.

El estrés producido en los animales por la falta de alimento o agua, el peligro, la fatiga, el calor o el frío, las restricciones de espacio y otras condiciones presentes durante el transporte, pueden tener importantes efectos sobre la calidad de la carne. Los problemas derivados del estrés se han ido incrementando con el uso de sistemas de producción cada vez más intensivos. Según Forrest *et al.* (1979), el estrés provoca cambios medibles postmortem a nivel muscular (en la canal o carne), los que están fundamentalmente relacionados con los niveles de glucógeno, el pH y el color. En el caso de los bovinos, la principal influencia del manejo antemortem sobre la calidad de la carne es a través de su efecto potencial sobre las reservas de glucógeno muscular. Si éstas se repletan, el grado de acidificación postmortem se reduce, provocando el problema llamado corte oscuro (Warriss, 1990). La carne resultante tiene un pH alto, generalmente sobre 6,0, apareciendo seca, firme y oscura (DFD= dark, firm, dry) (Hood y Tarrant, 1980). El pH de la carne tiene gran importancia en cuanto a las características organolépticas de ésta y su aptitud para la transformación en otros productos procesados, ya que tiene una influencia directa o indirecta sobre el color, la terneza, el sabor, la capacidad de fijación de agua y la conservabilidad (Wirth, 1987; Hofman, 1988). De las modificaciones del color y pH de la carne dependen procesos tecnológicos tan importantes como el envasado al vacío de la carne, por lo cual los problemas derivados del estrés en la carne, más que afectar directamente al consumidor, afectan especialmente a industriales y procesadores.

El corte oscuro se relaciona directamente con una disminución de la concentración de glicógeno muscular y hepático (Gallo y Lizondo, 2000), por lo cual, el riesgo de problemas de calidad aumenta si los animales están mucho tiempo privados de alimento. En Chile, destaca entre los principales factores de riesgo de corte oscuro una relación positiva con el tiempo de ayuno y el tiempo de transporte (Amtmann *et al.*, 2004). Consecuentemente se deberían evitar no sólo los trans-

portes prolongados, sino también las largas esperas de los animales, tanto en predios, ferias como mataderos.

Varios autores (Augustini, 1980; Buchter, 1980; Fischer, 1980; Warriss *et al.*, 1984; Warner *et al.*, 1986) coinciden en señalar que el problema de corte oscuro se puede disminuir con un manejo adecuado que minimice el estrés y sacrificando los animales inmediatamente después de la llegada a matadero, ya que el ayuno adicional lleva a un descenso significativo del glucógeno muscular, especialmente en los músculos *Longissimus dorsi*, *Semitenidosus* y *Semimembranosus*. En concordancia con lo anterior, en Chile, Novoa (2003) encontró que la faena inmediata de novillos con transporte previo de 3 y de 16 h dio mejores resultados en términos de pH muscular que un reposo previo de 12 h. Cualquiera sea la espera, debe procurarse que las condiciones sean lo menos estresantes posibles y es indudable que mientras más se prolongan las esperas, más eventos adversos pueden presentarse durante las mismas. Dado que las carnes con elevado pH son inaptas para el envasado al vacío por su rápido deterioro, estas canales son castigadas en el precio, a pesar de que son sólo algunos músculos (cortes de carne) los afectados (Almonacid, 2003).

CONCLUSIONES

El transporte y los manejos anexos están entre los eventos más estresantes que ocurren en la vida de los animales. Sus efectos son detectables a través de cambios en variables fisiológicas, de comportamiento y de calidad del producto, en el caso de animales de producción como los bovinos. Por tanto, los estudios científicos en torno al transporte ayudan a comprender mejor las relaciones causa-efecto dentro de este proceso y sirven de base para mejorar el bienestar animal y la calidad ética y tecnológica de la carne.

RECONOCIMIENTOS.

Financiado por proyectos Fondecyt 198 0062, 10 0201, 7010201 y 1050492.

REFERENCIAS

AGUAYO, L., C. GALLO. 2005. Tiempos de viaje y densidades de carga usadas para bovinos transportados vía marítima y terrestre desde la

región de Aysén a la zona centro-sur de Chile. XII Congreso Latinoamericano de Buiatría y VII Jornadas Chilenas de Buiatría, Valdivia, Chile, 15-18 de noviembre.

ALMONACID, M.I. 2003. Estudio de pH y color muscular en cortes comerciales de canales bovinas normales y con la anomalía corte oscuro. Memoria de Título para optar al Título de Médico Veterinario, Fac. Cs. Vet. Univ. Austral de Chile, Valdivia, Chile.

AMTMANN, V., C. GALLO, G. VAN SCHAİK. 2004. Factores de riesgo asociados a la presentación de carnes de corte oscuro en bovinos. XIII Congreso Chileno de Medicina Veterinaria, Valdivia, Chile, 4-6 de noviembre.

ARTHINGTON, J.D, S.D. EICHER, W.E. KUNKLE, F.G. MARTIN. 2003. Effect of transportation and commingling on the acute-phase protein response, growth, and feed intake on newly weaned beef calves. *J Anim Sci* 81: 1120-1125.

ATKINSON, S. 2001. Farm animal transport-journey lengths and legislation, an international perspective. *Svensk-Veterinartidning* 53: 81-86.

AUGUSTINI, CH. 1980. Influence of holding animals before slaughtering. En: D.E. Hood, y P.V. Tarrant (eds.). *The problem of dark cutting in beef*. p. 379-386 Martinus Nijhoff Publishers, The Hague, Boston, London.

AXELROD, J., T.D. REISINE. 1984. Stress hormones: Their interaction and regulation. *Science* 224: 452-459.

BASS, J.J., D.M. DUGANZICH. 1980. A note on the effect of starvation on the bovine alimentary tract and its contents. *Anim Prod* 31: 111-113.

BOHUS, B. 1987. Biology of stress in farm animals: an integrative approach. En: P.R. Wiepkene y P.W.R. van Appricher. Kluwer Academic Publishers, Hinglawn. USA.

BOUISSOU, M.F. 1980. Behaviour of domestic cattle under modern management techniques. En: D.E. Hood, y P.V. Tarrant (eds.). *The problem of dark cutting in beef*. p: 141-165 Martinus Nijhoff Publishers, The Hague, Boston, London.

BROOM, D.M. 2003. Transport stress in cattle and sheep with details of physiological, ethological and other indicators. *Dtsch Tierärztl Wschr* 110: 83-89.

BUCHTER, L. 1980. Identification and minimi-

zation of DFD in young bulls in Denmark. En: D.E. Hood, y P.V. Tarrant (eds.). *The problem of dark cutting in beef*. p: 289-299 Martinus Nijhoff Publishers, The Hague, Boston, London.

CABALLERO, S.C., H.S. SUMANO. 1993. Caracterización del estrés en bovinos. *Arch Med Vet* 25: 15-30.

COCKRAM, M.S., K.T.T. CORLEY. 1991. Effect of pre-slaughter handling on the behaviour and blood composition of beef cattle. *British Vet J* 147: 444-454.

CONSEJO DE LA UNION EUROPEA. 2004. Official Journal of the European Union, Council Regulation (EC) N°1/2005 of 22 December 2004 on the protection of animals during transport and related operations and amending Directives 64/432/EC and Regulation (EC) N° 1255/97.

CHILE. 1992. DIARIO OFICIAL DE LA REPUBLICA LEY 19.162. Establece sistema obligatorio de clasificación de ganado, tipificación y nomenclatura de sus carnes y regula el funcionamiento de mataderos, frigoríficos y establecimientos de la industria de la carne.

CHILE, MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1993. Reglamento General de Transporte de Ganado y Carne Bovina. Decreto N° 240. Publicado en Diario Oficial 26 de octubre de 1993.

CHILE, MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1997. Modifica Decreto N° 240, de 1993, que aprueba reglamento general del transporte de ganado y carne bovina. Decreto N° 484. Publicado en Diario Oficial 05 de abril de 1997.

CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION. 2002. Canales de Bovino- Definiciones y tipificación. Norma Chilena Oficial NCh. 1306 of 2002.

CHILE, MINISTERIO DE AGRICULTURA. 2004. Reglamento sobre estructura y funcionamiento de mataderos, cámaras frigoríficas y plantas de desposte y fija equipamiento mínimo de tales establecimientos. Decreto N° 61. Publicado en el Diario Oficial 09 de septiembre de 2004.

CHILE, ODEPA. 2005. Carne bovina: tendencias de producción y precios. Santiago, febrero 2005.

DANTZER, R., P. MORMÈDE 1984. El estrés en la cría intensiva del ganado. Editorial Acribia. España.

EUROPEAN COMMISSION, Health and Consumer Directorate General. 2002. The welfare of animals during transport (details for horses, pigs,

- sheep and cattle). Report of the Scientific Committee on Animal Health and Animal Welfare. Adopted on 11 March 2002.
- FAWC, Farm Animal Welfare Council. 1991. Report on the European Commission Proposals on the Transport of Animals. London, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (MAFF) Publications.
- FISCHER, 1980. Influence of temperature, fasting and transportation. En: The problem of dark cutting in beef. Hood, D.E. y P.V. Tarrant. (eds) p. 395-403. Martinus Nijhoff Publishers, The Hague, Boston, London.
- FORREST, J.C., E.D. ABERLE, H.B. HEDRICK, M.D. JUDGE, R.A. MERKEL. 1979. Fundamentos de Ciencia de la Carne. Ed. Acribia, Zaragoza. España.
- GALLO, C. 1994. Efecto del manejo pre y post faenamiento en la calidad de la carne. Serie Simposios y Compendios de la Sociedad Chilena de Producción Animal 2: 27-47.
- GALLO, C. 1996. Consideraciones sobre el manejo antemortem en Chile y su relación con la calidad de la carne. Informativo sobre carne y productos cárneos (edición especial) 21:27-46.
- GALLO, C., E.I. CASTRO. 1995. Contusiones en canales bovinas y su relación con el pH final de la carne. IX Congreso Nacional de Medicina Veterinaria, Chillán, Chile (P-66). En: Agro-Ciencia, N° extraordin.: 127.
- GALLO, C., C. GATICA. 1995. Efectos del tiempo de ayuno sobre el peso vivo, de la canal y de algunos órganos en novillos. Arch Med Vet 25: 69-77.
- GALLO, C., X. CARMINE, J. CORREA, S. ERNST. 1995. Análisis del tiempo de transporte y espera, destare y rendimiento de la canal de bovinos transportados desde Osorno a Santiago. XX Reunión Anual SOCHIPA, Coquimbo, Chile. En: Resúmenes de la XX Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal: 205-206.
- GALLO, C., G. LIZONDO. 2000. Efectos de diferentes tiempos de ayuno antes del sacrificio sobre el contenido de glicógeno muscular y hepático y el pH final de la canal en novillos. XI Congreso de Medicina Veterinaria, Santiago, Chile, 25-27 octubre.
- GALLO, C.; S. PEREZ; C. SANHUEZA; J. GASIC. 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.
- GALLO, C.; M. ESPINOZA, J. GASIC. 2001. Efectos del transporte por camión durante 36 horas con y sin período de descanso sobre el peso vivo y algunos aspectos de calidad de carne bovina. Arch Med Vet 33: 43-53.
- GALLO, C., G. LIZONDO, T.G. KNOWLES. 2003 a. Effects of journey and lairage time on steers transported to slaughter in Chile. Vet Rec 152: 361-364.
- GALLO, C., A. ALTAMIRANO, H. URIBE. 2003 b. Evaluación del bienestar animal durante el manejo de bovinos previo al faenamiento en una planta faenadora de carnes. VI Jornadas Chilenas de Buiatría, Pucón, Chile, 26-28 noviembre.
- GALLO, C, P. WARRISS, T. KNOWLES, R. NEGRON, A. VALDES, I. MENCARINI. 2005. Densidades de carga utilizadas para el transporte comercial de bovinos destinados a matadero en Chile. Arch Med Vet 37: en prensa.
- GALYEAN, M. L., R.W. LEE, M.E. HUBBERT. 1981. Influence of fasting and transit on ruminal and blood metabolites in beef steers. J Anim Sci 53: 7-18.
- GODOY, M., H. FERNANDEZ, M.A. MORALES, L. IBARRA, C. SEPULVEDA. 1986. Contusiones en canales bovinas. Incidencia y riesgo potencial. Av Cs Vet 1: 22-25.
- GRANDIN, T. 1994. Farm animal welfare during handling, transport and slaughter. JAVMA 204: 372-377.
- GRANDIN, T. 1998. Objective scoring of animal holding and stunning practices at slaughter plants. JAVMA 212: 36-39.
- GREGORY, N. G. 1998. Animal welfare and meat science. CABI Publishing.
- GRÖTZSCHEL, J. 2003. Cattle transport regulations in the European Union. Dtsch Tierärztl Wschr 110: 89-91.
- HOFMAN, K. 1988. El pH, una característica de calidad de la carne. Fleischwirtsch español 1:13-18.
- HOOD, D.E., P.V. TARRANT. 1980. The problem of dark-cutting in beef. Martinus Nijhoff, The Hague.
- HORADAGODA, N.U., K.M.G. KNOX, H.A. GIBBS, S.W.J. REID, A. HORADAGODA, S.E.R. EDWARDS, P.D. ECKERSALL. 1999. Acute phase proteins in cattle: discrimination between acute and chronic inflammation. Vet Rec 144: 437-441.

- HORTON, THE LATE G.M.J., J.A. BALDWIN, S.M. EMANUELE, J.E. WOHLT, L.R. MCDO-
WELL. 1996. Performance and blood chemistry
in lambs following fasting and transport. *Anim
Sci* 62: 49-66.
- HUMBLET, M.F., M. JUDONG, J.M. GODEAU.
2002. Relationship between Haptoglobin, an acu-
te phase protein, and absolute number of leu-
kocytes, neutrophils and monocytes in lactating
cows and in field conditions. *Proceedings of the
10th Congress of the International Society of Animal
Clinical Biochemistry*.
- KNOWLES, T.G. 1999. A review of the road
transport of cattle. *Vet Rec* 144: 197-201.
- KNOWLES, T.G., P.D. WARRISS, S.N. BROWN,
J.E. EDWARDS. 1999. Effects on cattle of trans-
portation by road for up to 31 hours. *Vet Rec* 145:
575-582.
- LISTER, D., N.G. GREGORY, P.D. WARRISS.
1981. *Developments in meat science*. Applied
Science Publishers, London.
- MATIC, M.A. 1997. *Contusiones en canales bo-
vinas y su relación con el transporte*. Tesis de Li-
cenciatura, Medicina Veterinaria, Fac. Cs. Vet.,
Univ. Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- MEISCHKE, H.R.C., W.R. RAMSAY, F.D. S-
HAW. 1974. The effect of horns on bruising in
cattle. *Aust Vet J* 50: 432-433.
- MENCARINI, I.R. 2002. *Efecto de dos densida-
des de carga y dos tiempos de transporte sobre el
contenido de glucógeno muscular y hepático, pH
y color de la carne*. Memoria de Título para optar
al Título de Médico Veterinario, Fac. Cs. Vet.
Univ. Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- MITCHELL, G., J. HATTINGH, M. GANHÃO.
1988. Stress in cattle assessed after handling, after
transport and after slaughter. *Vet Rec* 123: 201-205.
- MOBERG, G.P. 1987. A model for assessing the
impact of behavioral stress on domestic animals.
J Anim Sci 65: 1228-1235.
- MURATA, H., T. MIYAMOTO. 1993. Bovine
haptoglobin as a possible immunomodulator in
the sera of transported calves. *Br Vet J* 149: 277-
283.
- NOVOA, H. 2003. *Efectos de la duración y condi-
ciones del reposo en ayuno previo al faenamiento
de los bovinos sobre las características de la canal*.
Memoria de Título para optar al Título de Médico
Veterinario, Fac. Cs. Vet. Univ. Austral de Chile,
Valdivia, Chile.
- OIE, World Organisation for Animal Health.
2004. *Global Conference on Animal Welfare: an
OIE initiative*. Paris, 23-25 February.
- OIE, World Organisation for Animal Health.
2005. *Terrestrial Animal Health Code 2005*.
Chapter 3.7.3. *Guidelines for the transport of ani-
mals by land*.
- OYARCE, J. 2005. *Concentraciones sanguíneas
de indicadores de estrés en novillos en reposo y
transportados durante 12 horas vía terrestre*. Me-
moria de Título para optar al Título de Médico
Veterinario, Fac. Cs. Vet. Univ. Austral de Chile,
Valdivia, Chile.
- OYARCE, J., N. TADICH, C. GALLO. 2002. De-
terminación de algunos constituyentes sanguí-
neos indicadores de estrés en novillos en reposo.
XXVII Reunión Anual de SOCHIPA, 2-4 octubre,
Chillán, Chile.
- RAMSAY, W.R., H.R.C. MEISCHKE, B. ANDER-
SON. 1976. The effect of tipping of horns and in-
terruption of journey on bruising in cattle. *Aust
Vet J* 52: 285-286.
- SACO, Y., M.J. DOCAMPO, E. FABREGAS, J.P.
DAMIAN, J.L. RUIZ DE LA TORRE, X. MANTE-
CA, A. BASSOIS. 2002. *Serum Haptoglobin as a
marker of stress in pigs*. *Proceedings of the 10th
Congress of the International Society of Animal
Clinical Biochemistry*. University of Florida, Gai-
nesville, June 18-22, USA.
- SCHAEFER, A.L., S.D.M. JONES, R.W. STAN-
LEY. 1997. The use of electrolyte solutions for re-
ducing transport stress. *J Anim Sci* 75: 258-265.
- SELYE, H. 1954. *Fisiología y patología de la expo-
sición al stress*. Ed. Científico Médica, Barcelona.
- SHAW, F.D., R.K. TUME 1992. The assessment
of pre-slaughter and slaughter treatments of li-
vestock by measurement of plasma constituents-
A review of recent work. *Meat Sci* 32: 311-329.
- TADICH, N., M. ALVARADO, C. GALLO. 1999.
Efecto de 3, 6, 12 y 24 horas de transporte terres-
tre continuo sobre algunas variables indicadoras
de estrés en bovinos. XXIV Reunión Anual de
SOCHIPA, Temuco, Chile.
- TADICH, N., M. ALVARADO, C. GALLO. 2000.
Efectos de 36 horas de transporte terrestre con y
sin descanso sobre algunas variables sanguíneas
indicadoras de estrés en bovinos. *Arch Med Vet*
32: 171-183.
- TADICH, N., C. GALLO, R. ECHEVERRIA, G.
VAN SCHAİK. 2003 a. *Efecto del ayuno duran-*

- te dos tiempos de confinamiento y de transporte terrestre sobre algunas variables sanguíneas indicadoras de estrés en novillos. *Arch Med Vet* 35: 171-185.
- TADICH, N., C. GALLO, T. KNOWLES, H. URIBE, A. ARANIS. 2003 b. Efecto de dos densidades de carga usadas para el transporte de novillos, sobre algunos indicadores sanguíneos de estrés. XXVIII Reunión Anual de SOCHIPA, Talca, Chile, 15-17 octubre.
- TADICH, N., C. GALLO, H. BUSTAMANTE, M. SCHWERTER, G. VAN SCHAİK. 2005. Effects of transport and lairage time on some blood constituents of Friesian-cross steers. *Livestock Prod Sci* 93:223-233.
- TARRANT, P.V., F.J. KENNY, D. HARRINGTON 1988. The Effect of Stocking Density During 4 Hour Transport to Slaughter on Behaviour, Blood Constituents and Carcass Bruising in Friesian Steers. *Meat Sci* 24: 209-222.
- TARRANT, P.V., F.J. KENNY, D. HARRINGTON, M. MURPHY. 1992. Long distance transportation of steers to slaughter, effect of stocking density on physiology, behaviour and carcass quality. *Livestock Prod Sci* 30: 223-238.
- TARRANT, P.V., T. GRANDIN. 1993. Cattle transport. En: *Livestock handling and transport* edi.T. Grandin, CAB Int. pp. 109-126.
- TUME, R.K., F.D. SHAW. 1992. Beta-endorphin and cortisol concentration in plasma of blood samples collected during exsanguination of cattle. *Meat Sci* 31: 211-217.
- VALDES, A. 2002. Efectos de dos densidades de carga y dos tiempos de transporte sobre el peso vivo, rendimiento de la canal y presencia de contusiones en novillos destinados al faenamiento. Memoria de Título para optar al Título de Médico Veterinario, Fac. Cs. Vet. Univ. Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- WARNER, R.D., G.A. ELDRIDGE, C.G. HALPIN, J.L. BARNETT, C.G. HALPIN, D.J. CAHILL. 1986. The effects of fasting and cold stress on dark-cutting and bruising in cattle. *Proc Aust Soc Anim Prod* 16: 383-386.
- WARRISS, P.D. 1990. The handling of cattle pre-slaughter and its effects on carcass and meat quality. *Appl Anim Behaviour Sci* 28: 171-186.
- WARRISS, P. 1992. Animal welfare. Handling animals before slaughter and the consequences for welfare and product quality. *Meat Focus Int (July)*: 135-138.
- WARRISS, P.D., S.C. KESTIN, S.N. BROWN, L.J. WILKINS. 1984. Recovery from mixing stress in young bulls. *Meat Sci* 10: 53-68.
- WARRISS, P.D., S.N. BROWN, T.G. KNOWLES, S.C. KESTIN, J.E. EDWARDS, S.K. DOLAN, A.J. PHILLIPS. 1995. Effects on cattle of transport by road for up to 15 hours. *Vet Rec* 136: 319-323.
- WIRTH, F. 1987. Tecnología para la transformación de carne de calidad anormal. *Fleischwirtsch español* 1: 22-28.
- WYTHES, J.R., F. GANNON, J. HORDER. 1979. Bruising and muscle pH with mixing groups of cattle pre-transport. *Vet Rec* 104: 71-73.
- WYTHES, J.R., R.J. ARTHUR, P.J.M. THOMPSON, G.E. WILLIAMS, J.H. BOND. 1981. Effect of transporting cows various distances on liveweight, carcass traits and muscle pH. *Austr J Exp Agric Anim Husb* 21: 557-561.
- YEH, E.; B. ANDERSON, P. JONES, F. SHAW. 1978. Bruising in cattle transported over long distances. *Vet Rec* 103: 117-119.