

BEM-ESTAR ANIMAL: SISTEMAS DE PRODUÇÃO, PRÁTICAS DE MANEJO E QUALIDADE DA CARNE

Marcia del Campo

1. INTRODUÇÃO

O tema do bem-estar animal (BEA) surge a partir de demandas da sociedade e está intimamente ligado à existência e evolução das diferentes posições éticas ao longo do tempo. Hoje, as evidências científicas indicam que a capacidade de sentir / experimentar emoções não é uma característica exclusiva dos seres humanos e as estruturas anatômicas do sistema nervoso, as respostas fisiológicas, comportamentais e psicológicas, os receptores farmacológicos e neuroquímicos relacionados aos sentimentos, surgem na escala zoológica em todos os vertebrados (García Sacristán, 1995).

O pensamento ocidental alcançou um consenso geral na determinação de critérios básicos relacionados ao BEA, tais como: “evitar o sofrimento desnecessário” e “se algo é prejudicial ao ser humano, é provável que também cause danos aos animais.” Neste contexto, a partir do ano de 1992 os animais deixaram de serem considerados bens ou produtos para se tornarem perante o mundo, seres sencientes. Além disso, passa a ser juridicamente obrigatória a consideração do BEA no momento de definir políticas nas áreas de agricultura, pesquisa, transporte e mercado interno.

A leitura mais relevante dos progressos realizados pela ciência é a de que o BEA deixou de ser um aspecto sentimental ou subjetivo para se tornar um aspecto objetivo e quantificável que combina diferentes dimensões do animal e/ou do ambiente, e que sua caracterização ou melhoria deve ser feita com base em indicadores, de acordo com o contexto no qual se trabalha. O estudo das potenciais fontes de estresse e seu impacto no bem-estar animal requer uma abordagem multidisciplinar e integrada, o que deve ser considerado e combinar diversos tipos de indicadores sobre o funcionamento dos sistemas orgânicos,

o sistema imunológico, variáveis de produção, respostas fisiológicas e comportamentais individuais (Terlow et al., 2005).

2. BEM-ESTAR ANIMAL NO URUGUAI

O BEA pode ser abordado a partir de duas perspectivas, a ética e a econômica. A abordagem a partir de uma perspectiva econômica o considera como uma ferramenta de mercado em que sua importância é baseada no possível efeito negativo sobre a produtividade, a qualidade e uniformidade do produto obtido. A posição econômica ou de mercado de forma isolada, naturalmente, não reflete o valor moral do país ou do ser humano que a sustenta. No entanto, considera-se que esta poderia ser utilizada como uma forma de sensibilização nos lugares onde o contexto socioeconômico e cultural, ou a realidade do mercado, não permitam estabelecer o BEA como uma prioridade (del Campo, 2006).

A conscientização sobre o BEA se consolidou especialmente nos países desenvolvidos, caracterizando-se como um importante elemento de pressão para o setor pecuário. Para países como o Uruguai, cujo desenvolvimento econômico depende em grande parte do crescimento das exportações, as demandas dos consumidores dos países de maior poder aquisitivo definem a direção da produção e determinam as características dos produtos. Estes mercados internacionais, cada vez mais utilizam-se de informações com sólida base científica, para certificar a qualidade tanto intrínseca quanto extrínseca dos produtos e processos em que estes foram gerados. No entanto, há pouca informação a nível internacional sobre o BEA em sistemas de produção extensivos ou semi-extensivos.

3. BEM-ESTAR ANIMAL NOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Vários fatores influenciam o bem-estar dos animais de produção. Alguns deles têm um impacto sobre a vida cotidiana do animal, afetando seu conforto e bem-estar a curto e médio prazos (condições climáticas, exposição a predadores, práticas de rotina, misturas de lotes, etc.). No entanto, a maioria das decisões tomadas em um estabelecimento pecuário afetarão o bem-estar dos animais também a longo prazo, assim como a qualidade dos produtos obtidos, já que irão determinar dentre outras coisas, o temperamento dos animais e, portanto, suas respostas ao manejo (del Campo, 2008). Entre tais decisões se destacam a genética, o sistema de alimentação, o manejo sanitário e a implementação de boas práticas de manejo.

As condições de produção dos sistemas extensivos a céu aberto os colocam em posição favorável para vários aspectos relativos ao BEA, especialmente no que se refere à expressão dos comportamentos naturais. No entanto, existem também ameaças reais associadas a esses sistemas. Entre elas está a possível subalimentação e/ou subnutrição, devido à sazonalidade da produção de forragem, a relação inadequada entre a taxa de lotação e a forragem disponível e/ou a deficiência de certos minerais essenciais e elementos-traço nas pastagens (McCosker e Winks, 1994).

Nos sistemas extensivos, a supervisão pelo homem não é tão frequente quanto na produção intensiva, portanto há um maior risco de que os animais sofram de doenças e ferimentos, e até mesmo a morte. Além disso, nas situações em que os animais têm contatos esporádicos com o homem, é mais difícil alcançar melhorias no temperamento, destacando-se o efeito que este poderia apresentar tanto sobre a produtividade em animais agressivos (Fordyce et al., 1988a; Voisinet et al., 1997a; Petherick et al., 2002), como na qualidade do produto (del Campo et al., 2010).

Outro fator diferencial nos sistemas extensivos é a presença de predadores em certas regiões (principalmente de ovinos), o que pode ser agravado pela falta de vigilância constante, seja devido ao sistema de manejo, fatores topográficos, distância, custos, ou outros (del Campo, 2006).

A exposição a condições climáticas adversas, a frequente falta de abrigo e sombra, algumas práticas de manejo tradicionais (descorna e castração de bovinos, corte da cauda e castração em ovinos), a alta mortalidade ne-

onatal em ovinos, bem como o manejo em geral (violência desnecessária e mau uso dos cães), seriam prejudiciais ao bem-estar dos animais, à medida que não fossem otimizados.

Há claros indícios de que algumas destas ameaças podem vir a ser barreiras ao acesso a certos mercados em curto e médio prazo.

Dado o contexto mundial e nacional mencionado, além de considerar o aspecto ético, países como o Uruguai deverão estabelecer o compromisso de implementar protocolos de boas práticas de manejo que incluam todos estes aspectos e permitam melhorar as condições de competitividade. Nos últimos anos (2005 a 2012) foram realizados diversos experimentos com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes sistemas de produção e de manejo ao longo de toda a cadeia produtiva, sobre o bem-estar animal, a produtividade, o temperamento, e a qualidade das carcaças e da carne.

4. MANEJO, TEMPERAMENTO E PRODUTIVIDADE

Uma característica comum a todas as espécies animais que foram domesticadas para a produção pecuária é que estes são animais sociais, habituados a viver em grupos estáveis, com uma hierarquia social definida dentro destes grupos. A estabilidade de tal hierarquia é reforçada por meio de sinais anatômicos, fisiológicos e comportamentais que indicam a posição de cada indivíduo dentro do grupo (Boivin et al., 2003). Talvez não seria tão relevante saber se o animal vê o homem como parte de seu grupo, colocando-o em uma posição dominante, mas sim que, independentemente disso, se procure atingir uma verdadeira comunicação entre ambos, com uma linguagem adequada ao ambiente e de forma a minimizar o estresse. O vocabulário de sinais necessário para obter uma comunicação com animais de interesse produtivo, sem dúvidas, é menor que aquele alcançado nas relações homem-cão ou homem-cavalo, uma vez que os contatos são necessariamente menores. No entanto, os princípios são idênticos: os sinais devem ser informativos, não devem ser ambíguos, e realizados em uma linguagem que o animal possa entender (Webster, 2005).

O medo é um fator que pode causar diminuição no bem-estar dos animais e na produtividade a nível comercial. Supõe-se que a redução do crescimento seja consequência de uma série de respostas frente ao estresse agudo e crônico, devido à presença do homem (Barnett et

al., 1983; Hemsworth et al., 1998).

O desenho das instalações, deve ser baseado no comportamento dos animais, permitindo-os a liberdade de movimentação e de circulação (Grandin, 1993). Desse modo o manejo é facilitado (Boissy e Bouissou, 1988; Boivin et al., 1994) e os riscos de acidentes são reduzidos, assim como os possíveis danos às instalações.

Há muita informação sobre o efeito da qualidade do manejo sobre o BEA e a produtividade (Boivin et al., 1994; Grandin, 1997; Hemsworth e Coleman, 1998; Lensink et al., 2000; Breuer, 2003; Hemsworth, 2003). Todos esses autores concordam que animais que recebem um manejo adequado, são menos suscetíveis ao estresse gerado pelas várias rotinas de uma empresa pecuária que envolvam a presença do homem. Este efeito se reflete não apenas no comportamento, mas também no temperamento (del Campo et al., 2008) e na produtividade dos animais (Rushen et al., 1999; Breuer et al., 2000; del Campo et al., 2008).

Além da natureza do agente estressor, as diferenças individuais no temperamento (experiência e fatores genéticos) afetam a resposta neuroendócrina e neuroquímica frente ao estresse, as quais também influenciam na resposta do sistema imunológico frente a estes desafios (Anisman, 2002). As diferenças individuais nas respostas fisiológicas e comportamentais ao estresse têm sido demonstradas por vários autores (Le Neindre et al., 1995; Grandin, 1997).

No Uruguai, comparando-se o temperamento inicial e final de garrotes da raça Hereford mantidos sob diferentes níveis de intensificação (Figura 1), é possível observar que os tratamentos suplementados e em confinamento (T2, T3 e T4) se tornaram mais tranquilos durante o período experimental. Mesmo com a adoção de rigorosos protocolos de boas práticas de manejo durante todo o experimento, estes resultados poderiam ser explicados pelo maior contato com o homem que tiveram os animais de tais tratamentos. Assim, os animais que estavam acostumados com um contato frequente e próximo com os seres humanos, apresentaram uma menor resposta de estresse frente a diferentes rotinas de manejo e de contenção (Grandin, 1997).

Em resumo, mesmo trabalhando-se com raças geneticamente mais calmas (por exemplo a raça Hereford), um bom manejo tem um impacto positivo sobre o temperamento dos indivíduos.

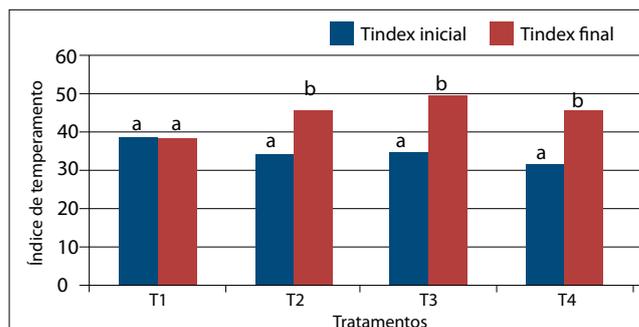


Figura 1. Evolução do temperamento em garrotes Hereford, sob diferentes níveis de intensificação e com a adoção de boas práticas de manejo. Período experimental de 8 meses. Um maior índice de temperamento implica em um animal mais tranquilo. Onde: T1 = pastagem, T2 = pastagem + 0,6% de suplemento, T3 = pastagem + 1,2% de suplemento e T4 = confinamento.

Por sua vez, dentro de cada um destes tratamentos, os animais de temperamento mais calmo apresentaram maiores ganhos de peso (Figura 2).

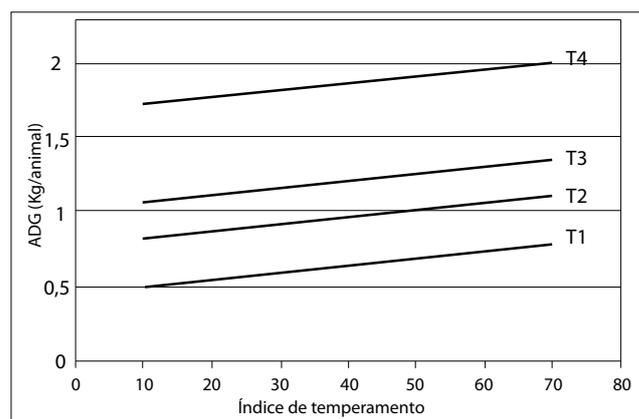


Figura 2. Ganho de peso médio diário (ADG), segundo o índice de temperamento. Linhas de tendência por tratamento, estimadas por análise de regressão ($R^2 = 0,85$). Um maior índice de temperamento implica em um animal mais tranquilo. Onde: T1 = pastagem, T2 = pastagem + 0,6% de suplemento, T3 = pastagem + 1,2% de suplemento e T4 = confinamento.

Baseando-se em uma revisão sobre temperamento de bovinos de corte, Burrow (1997) sugere que, sem exceção, as raças com componentes *Bos indicus* são mais excitáveis, temperamentais e difíceis de manejar em condições extensivas, que as raças de *Bos taurus* (Hearnshaw et al., 1979; Elder et al., 1980; Powell e Reid, 1982; Hearnshaw e Morris, 1984; Fordyce et al., 1988a; Voisinet et al., 1997a; Burrow e Corbet, 2000). Apesar destas diferenças serem, em parte, atribuídas a fatores ambientais, diferenças ge-

néticas quanto à docilidade ou excitabilidade dos bovinos foram demonstradas (Manteca e de la Torre, 1996). Alguns autores reportaram inclusive que a raça Hereford seria a mais dócil dentre as raças britânicas (Tulloh, 1961; Stricklin et al., 1980). Tais trabalhos mostram que os animais *Bos indicus* (Burrow e Corbert, 2000; Fordyce et al., 1988a) e suas cruzas (Voisinet et al., 1997a) são mais temperamentais que os animais *Bos taurus*. Esta informação é consistente com a que foi reportada no Uruguai (del Campo et al., 2008) ao comparar o temperamento e o ganho de peso de novilhos Braford e Hereford de 2 anos e meio de idade, com duas estratégias de alimentação (D1: campo natural + grão de milho a 1% do peso vivo e D2: campo melhorado com cobertura (*Lotus corniculatus* e trevo branco). Os novilhos Braford foram mais temperamentais e difíceis de manejar que os da raça Hereford, independentemente do sistema de alimentação, além disso, animais mais tranquilos dentro de cada raça apresentaram maiores ganhos de peso (del Campo et al., 2008, 2010).

De modo geral, a adoção de boas práticas de manejo se torna ainda mais relevante ao trabalhar com raças mais excitáveis e/ou suas cruzas (del Campo, 2008).

5. O BEM-ESTAR ANIMAL NAS ETAPAS PRÉVIAS AO ABATE

O transporte e a espera no frigorífico constituem fatores chave na cadeia de produção, tanto do ponto de vista do BEA quanto da qualidade do produto.

Em geral, considera-se que o estresse psicológico e físico seriam inevitáveis durante estas etapas, já que os animais enfrentam diversos elementos novos e estressantes em um curto período de tempo (possível mistura de lotes, embarque e desembarque, movimento do veículo, mudanças de temperatura e umidade, etc.) (Jacobsen et al., 1993; Schaefer et al., 1997; Marahrens et al., 2003).

Um mau manejo dos animais nestes momentos pode gerar perdas importantes no que se refere à qualidade de carcaça (perda de peso vivo por desidratação, hematomas, lesões, petequias, descartes por injeções ou outros) e de carne (carnes DFD e PSE).

Nas etapas prévias ao abate, é possível valorar o efeito que podem ter as decisões empresariais e a qualidade do manejo aplicado aos animais ao longo de toda sua vida, assim como durante o transporte e o abate es-

pecificamente. Há diversos trabalhos que relacionaram o manejo recebido pelos animais nas fases prévias ao abate (na fazenda, transporte, leilões de gado, e espera no frigorífico) com a qualidade de carcaça e carne obtidas (revisão: Ferguson et al., 2001). Os mesmos asseguram que melhorias no manejo em toda a cadeia produtiva, associadas a um melhor bem-estar animal, se traduzem em uma maior qualidade da carcaça e carne. Diversos fatores podem promover o metabolismo do músculo durante esta etapa. Em primeiro lugar, a tensão e a excitação provocadas pela viagem, seguida pela atividade que geralmente ocorre nos currais de espera, privação de alimento e/ou água, o momento da condução desde os currais até o box de atordoamento e finalmente o próprio processo de insensibilização, que pode causar tensões musculares durante a contração no atordoamento (fase tônica) e/ou as convulsões que as seguem (fase clônica) (Gregory, 2006).

6. TRANSPORTE

Segundo Tarrant et al. (1988) o estresse do transporte pode ser leve ou moderado, sem por em risco o bem-estar do animal, ou pode ocasionar respostas extremas que culminam em um estado de angústia. Alguns autores afirmam que o transporte é um dos fatores mais estressantes para os bovinos (Marahrens et al., 2003). Por outro lado, Honkavaara et al. (2003) afirmam que quando se utilizam veículos novos e especialmente equipados, o gado pode ser transportado por 8 a 14 horas sem que o transporte tenha efeito algum sobre o bem-estar animal, os níveis de estresse e a qualidade da carcaça e da carne. Neste mesmo sentido, Ishiwata et al. (2008) não encontraram diferenças nas concentrações de cortisol no sangue, pré e pós transporte, afirmando portanto que este não implica em uma situação de estresse severo aos bovinos. Fazio et al. (2005) sugerem que as variações de cortisol no sangue logo após viagens de curta distância, dependeriam provavelmente do contato que os animais tiveram previamente com os operários.

Estudos realizados por Lensink et al. (2000) mostram que o manejo positivo ou adequado dos bezerros durante sua criação, reduzem a resposta emocional frente ao manejo e o transporte, com menor ocorrência de incidentes. Além de melhoras nas respostas à presença humana, estes animais necessitam menor esforço para serem embarcados e desembarcados no caminhão, apresentam menor ritmo cardíaco no momento do embarque e sofrem menos incidentes na planta frigorífica, comparados com os

animais que são manejados de forma negativa, do mesmo modo, apresentaram menores valores de pH e melhores valores de cor na carne. A redução na resposta emocional seria a explicação para as melhoras na qualidade da carne desses animais (Lensink et al., 2000).

Durante o transporte, é normal que ocorra uma perda de peso nos animais devido ao jejum prolongado e ao esvaziamento do conteúdo intestinal. Tais perdas estão geralmente estimadas para cada espécie, dependendo do sistema de alimentação, jejum prévio ao embarque, distância até o abatedouro, tempo e condições de transporte, tempo e condições da espera, sexo, categoria, etc. Por isso os animais devem estar preparados para o transporte no que se refere ao balanço energético e de fluidos corporais (Marahrens et al., 2003). Quando a duração do transporte é muito longa, deve-se prever os intervalos de alimentação para atender às diversas necessidades fisiológicas e comportamentais dos animais durante a viagem.

Os processos de embarque e desembarque provocam um estresse adicional ao da viagem. Em um estudo realizado por María et al. (2004) foram observadas 40 viagens ao longo da Espanha durante um ano, de modo a desenhar um método objetivo para determinar o estresse. Em mais da metade dos casos, tanto no embarque quanto no desembarque, houve resistência por parte dos animais, esbarrões e vocalizações. As brigas e as montas foram de pouca importância e as vocalizações e quedas foram mais frequentes no embarque que no desembarque. Os resultados de concentração de cortisol plasmático, glicose e lactato, assim como a atividade da creatinoquinase e o pH da carne nas 24 horas post-mortem, confirmaram que o embarque pode ser mais estressante que o desembarque. Resultados obtidos por outros autores na Grã-Bretanha, indicaram que o embarque e o desembarque são as etapas mais estressantes da viagem para ovinos e bovinos (Trunkfield e Broom, 1990; Knowles, 1999). Por outro lado, Kenny e Tarrant (1987) reportaram que a viagem em si foi mais estressante que o embarque e o desembarque. Esses resultados contraditórios se explicariam pelo maior contato com humanos que tiveram os animais do segundo estudo, fazendo com que estes sofressem estresse físico pelo efeito do transporte, mas não estresse emocional ou psicológico produto do embarque e do desembarque (Grandin, 1997).

Trunkfield e Broom (1990) registraram aumentos importantes nas concentrações de cortisol no sangue durante as duas primeiras horas de transporte, sugerindo que os animais se encontravam estressados durante as fases iniciais do mesmo. Neste sentido, Villaroel et al. (2003)

também demonstraram que em viagens relativamente curtas (menos de 4 horas), as concentrações de cortisol no sangue foram altas nas primeiras duas horas de transporte, sugerindo que após esse período inicial os animais se habituaram à nova situação.

Diversos autores reportaram aumentos nos níveis de CPK no sangue logo após o transporte (Groth e Granzer, 1977; Grasso et al., 1989; Van de Water et al., 2003; Villaroel et al., 2003). Este poderia indicar possíveis traumas ocasionados pelo embarque e desembarque, pelo próprio transporte devido ao esforço que os animais devem fazer para manter-se em pé e não se colidirem, assim como pelas possíveis interações que geralmente ocorre entre eles (Anderson et al., 1976; Lefebvre et al., 1996).

Como consequência do transporte também foram reportados aumentos na concentração de ácidos graxos livres (AGL), beta hidroxibutirato e glicose no sangue, sendo interpretados tanto como aumento na atividade metabólica (mobilização de reservas corporais para atender aos requerimentos de energia) (Warriss et al., 1995) ou como consequência de uma situação de estresse agudo (efeito das catecolaminas sobre o tecido adiposo) (Shaw e Tume, 1992).

No Uruguai, as distâncias percorridas e a duração do transporte são relativamente curtas se comparadas com outros países, mas seguramente existem outros fatores que devem ser avaliados e melhorados, tais como a qualidade da direção, estado dos caminhões, o manejo durante o embarque, desembarque e na viagem, além do estado das estradas.

Alguns autores afirmam que os fatores mais importantes que determinam o bem-estar dos animais no transporte são o desenho do veículo, a densidade de animais, a ventilação, a qualidade da direção do veículo e a qualidade ou características da estrada (Tarrant e Grandin, 1993; Broom, 2003; Hartung, 2003).

O clima ou microclima no interior do veículo é um fator importante que afeta o bem-estar dos animais. A ventilação e a qualidade do ar devem ser controladas: temperatura, umidade relativa, gases e outros contaminantes (Wikner et al., 2003). Neste sentido, a densidade de animais no veículo é um parâmetro importante que apresenta repercussões econômicas relevantes. Altas densidades fazem com que os animais passem por uma fadiga adicional durante o transporte já que não têm espaço suficiente para girar, etc., obrigando-os a realizar mudanças frequentes de postura (Tarrant et al., 1988). Também aumentam as brigas e adicionalmente a temperatura do veículo se eleva, podendo ocasionar estresse térmico. Por outro lado, uma bai-

xa densidade aumenta as probabilidades de pancadas por perda de equilíbrio em função do movimento do veículo. Portanto, a densidade tem efeito sobre o BEA e a qualidade da carcaça e da carne. Deve-se definir as densidades ótimas para cada espécie e categoria. Estas irão variar segundo a estação do ano, o temperamento dos animais e a duração do transporte (European Commission, 2002).

A qualidade da direção assim como o estado das estradas também são fatores importantes. Há estudos demonstrando que as vibrações ocorridas durante o transporte comprometem o bem-estar dos animais jovens (Van de Water et al., 2003). Neste sentido, outros autores afirmam que o fator mais estressante (determinado com base no maior aumento de cortisol plasmático), é o movimento do veículo, comparado com os processos de embarque e desembarque, e com a espera no frigorífico (Kenny e Tarrant, 1987). Ruiz de la Torre et al. (2001) demonstraram que cordeiros que são transportados em estradas em bom estado apresentaram uma menor alteração do ritmo cardíaco, menores concentrações de cortisol plasmático e valores de pHu mais baixos após 10 e 12 horas de viagem, comparados com aqueles animais que viajavam por estradas em mau estado.

Experimentos realizados no Uruguai, onde foi medida a resposta de estresse de garrotes em diferentes etapas prévias ao abate e com diferentes tempos de espera nos currais (Figura 3), mostram que cada uma das etapas avaliadas, exceto o transporte, implicou em um maior nível de estresse psicológico (cortisol). Estes resultados concordam com os resultados obtidos por outros autores como Ishiwata et al. (2008) que não encontraram diferenças na concentração de cortisol em bovinos após o transporte. Os resultados deste trabalho sugerem que a resposta fisiológica frente ao estresse do transporte poderia ser reduzida e inclusive minimizada, por meio do cumprimento de medidas adequadas de manejo (boas condições dos caminhões e qualidade da condução, respeito às recomendações de carga, manejo correto durante o embarque e desembarque, entre outros).

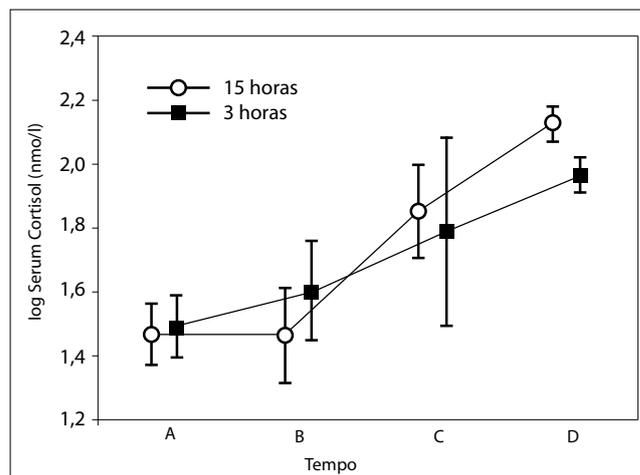


Figura 3. Concentração de cortisol em diferentes etapas pré-abate e para ambos grupos no frigorífico (G1: espera de 15 horas e G2: espera de 3 horas). A: prévio ao transporte, B: pós transporte, C: pós espera, D: ao abate. Duração da viagem: 3,5 horas.

Por outro lado, o momento imediatamente prévio ao atordoamento parece ser de grande relevância no que se refere às respostas fisiológicas de estresse, sendo observando um aumento significativo dos níveis de corticosteróides no sangue no momento prévio ao atordoamento, sugerindo um estado de estresse emocional considerável que deveria ser estudado com maior profundidade (Figura 3, Momento D).

Por sua vez, animais mais calmos apresentaram menores valores de cortisol nas diferentes etapas avaliadas (não apenas no momento do abate), corroborando os resultados de outros autores como Curley et al. (2008) que reportaram que as características funcionais do eixo HPA variam de acordo com o temperamento dos animais. Além disso, os animais de temperamento mais calmo apresentaram uma menor resposta de estresse tanto físico quanto emocional (ou seja, também em outros indicadores fisiológicos) nas diferentes etapas pré-abate (transporte por rodovia, espera nos currais, condução ao box de atordoamento). Os fatores estressantes parecem ser aditivos, assim a ocorrência de fatores estressantes múltiplos nas etapas prévias ao abate teriam um efeito maior sobre o bem-estar animal e a qualidade da carne que quando estes ocorrem de forma isolada, sendo que tais efeitos são ainda mais importantes nos animais mais excitáveis.

Todos estes fatores devem ser considerados no momento de redigir e/ou atualizar legislações ou recomendações sobre a duração máxima do transporte em cada espécie e sobre a conveniência de realizar paradas para descanso, etc. Em animais que provêm de condições

extensivas, cada parada pode agregar um estresse adicional, além de aumentar as probabilidades de transmissão de doenças (Grandin, 1997).

7. ESPERA NO FRIGORÍFICO

Não existe um consenso sobre a duração ideal do jejum pré-abate. Este dependerá da duração e das condições do transporte, do veículo, da alimentação, etc. O jejum prévio ao abate apresenta certas vantagens no que se refere à facilidade operacional e a inocuidade alimentar. No entanto, é importante considerar que jejuns muito prolongados podem provocar efeitos muito negativos no bem-estar dos animais devido à sensação de fome, podendo aumentar a incidência de carnes de baixa qualidade e diminuir o peso da carcaça. O principal problema é que geralmente não se conhece o tempo de jejum com que os animais vêm da fazenda, nem o tempo que estes esperaram na planta frigorífica, assim se dificulta o planejamento exato das horas de jejum.

Alguns autores consideram que a espera permite a reidratação dos animais assim como o descanso e recuperação do provável cansaço ocasionado pela viagem, permitindo desta maneira a recuperação dos níveis de glicogênio muscular (Warriss et al., 1984; Mounier et al., 2006). Por outro lado, diversos autores afirmam que a espera constitui-se um fator negativo, não permitindo que os animais se recuperem da privação de água e alimento (Jarvis et al., 1996), assim, longas esperas são associadas a uma diminuição na qualidade da carcaça e da carne. Estas opiniões contraditórias poderiam ser explicadas por diversos fatores dentre os quais se destacam: duração e características do transporte e das esperas avaliadas, histórico dos animais (genótipo, temperamento, alimentação), condições de manejo e infraestrutura da planta frigorífica, entre outros. Gallo et al. (2003) reportaram que maiores tempos de espera (comparando 3, 6, 12 e 24 horas após 3 e 16 horas de viagem) implicavam em uma deterioração na qualidade da carne de novilhos. Por outro lado, Ferguson et al. (2007) não encontraram diferenças na maciez da carne proveniente de animais que estiveram em currais de espera durante 3 e 18 horas.

A respeito de alguns indicadores fisiológicos, Tadich et al. (2005) observaram aumentos de CPK após o transporte, mas não após a espera em currais, frente a diferentes combinações das horas do transporte (0, 3 e 16 horas) e de espera nos currais (0, 3, 12, 16 e 24 horas).

Em relação ao possível esforço metabólico que

devem fazer os animais frente a situações de privação de alimentos, Jarvis et al. (1996) registraram concentrações de AGL maiores nos animais que passaram mais de 16 horas em currais de espera, comparados com 5 horas de espera. Também Cockram e Corley (1991) reportaram maiores concentrações de AGL no sangue de animais que passaram a noite em currais de espera, em comparação aos que foram abatidos no mesmo dia de chegada na planta.

No entanto, é muito difícil determinar o limite (ou limiar) a partir do qual estes valores começam a comprometer o BEA. Por sua vez, é muito difícil comparar resultados de diferentes experimentos, considerando as diferentes situações e histórias produtivas dos animais.

No Uruguai, na prática atual, o jejum prévio ao abate é em torno de 12 a 15 horas, sendo realizado habitualmente para diminuir o conteúdo gastrointestinal e assim reduzir o risco de contaminação das carcaças no momento da evisceração, para dar tempo à inspeção veterinária do gado vivo, além de permitir o planejamento do abate.

Nos últimos anos, algumas recomendações internacionais sugerem que o abate seja efetuado o mais rápido possível, logo que o animal chega na planta frigorífica. Por isso no Uruguai foram desenvolvidos vários experimentos nos quais diferentes tempos de espera são comparados (2 e 3 horas em currais vs. 12 e 15 horas), com o objetivo de avaliar se esta recomendação seria viável na nossa realidade (considerando biotipos, manejo, sistemas de produção e alimentação, duração do transporte, distâncias, entre outros).

Os resultados destes trabalhos nacionais permitem concluir que a primeira hora nos currais é a mais crítica em relação à adaptação ao ambiente (del Campo et al., 2008), que esperas entre 3 e 15 horas em boas condições e se tratando de animais de temperamento calmo, não comprometeriam a qualidade das carcaças e da carne. Esperas acima de 4 horas e até 15 horas, permitiram que os animais se adaptassem melhor ao entorno, funcionando como uma segurança para o BEA e para assegurar um adequado processo de transformação do músculo em carne. O fato de oferecer boas condições de espera e um ambiente calmo, permitiria que os animais com 15 horas de espera, apesar de sofrerem um maior consumo de reservas de glicogênio muscular, poderiam descansar durante a noite, eventualmente manter ou recuperar os níveis de glicogênio, atingindo queda de pH adequada e assegurando tanto um adequado BEA, quanto uma boa qualidade de carne.

Por sua vez, boas condições de espera, mesmo que sejam curtas, sem possibilidades de descanso e recu-

peração antes do abate, não seriam suficientes para afetar de forma negativa a qualidade da carcaça e da carne. No entanto, seria bom que os animais tivessem a oportunidade de descanso, assim os horários entre 4 e 15 horas seriam adequados tanto do ponto de vista do bem-estar como da qualidade da carne.

Tendo em conta as informações divergentes e em muitos casos contraditórias, tanto a respeito do transporte quanto ao tempo de espera prévio ao abate, se considera que os resultados produtivos, fisiológicos e comportamentais que pretendem quantificar o BEA, devem ser interpretados no contexto do desenho e das condições de cada experimento ou situação. Por sua vez, tais resultados requerem uma interpretação abrangente, de acordo com o contexto produtivo ou industrial em que foram gerados, assim algumas recomendações internacionais poderiam não ser aplicáveis às mais distintas realidades.

8. BEM-ESTAR ANIMAL E QUALIDADE DO PRODUTO

As características ou fatores de qualidade da carne podem ser agrupadas em cinco grandes grupos:

1- Fatores bioquímicos (pH, capacidade de retenção de água, colágeno, estado e consistência da gordura, estado das proteínas, viscosidade, estabilidade oxidativa)

2- Fatores sensoriais ou organolépticos (cor, marmoreio, exudação, dureza, suculência, sabor e odor)

3- Fatores nutricionais (valor proteico, aminoácidos essenciais, gordura, composição de ácidos graxos, vitaminas e minerais)

4- Fatores higiênicos e toxicológicos (como garantia de não produzir um risco para a saúde do consumidor)

5- Fatores de qualidade social (como garantia de que a carne tenha sido produzida considerando o bem-estar animal e o meio ambiente).

O bem-estar dos animais atribui valor à carne de forma direta, com destaque para o efeito negativo que o estresse pode ocasionar sobre os fatores sensoriais, bioquímicos e higiênicos. Este se deve principalmente à ocorrência de processos anormais na transformação de músculo em carne, que poderia afetar o pH, a cor, a suculência e a maciez, entre outros (del Campo, 2006).

As Auditorias Nacionais de Qualidade de Carne realizadas pelo INIA e INAC nos anos 2003-2004 e 2007-2008, permitiram quantificar estas perdas e implementar estratégias de melhoria a nível dos distintos elos da cadeia

de produção. Destaque para o fato de que mais de 86% das perdas na cadeia da carne Uruguia estão relacionadas a um mau manejo.

8.1. PH

Do ponto de vista das características tecnológicas da carne, o valor do pH final tem tanta importância quanto sua taxa de queda. Essa depende de fatores intrínsecos tais como a espécie, o tipo de músculo, o temperamento e a variabilidade interindividual, assim como de fatores extrínsecos tais como a temperatura ambiente, o manejo e a alimentação pré-abate, que influenciam as reservas de glicogênio muscular no momento do abate (Sañudo, 1992; Immonen et al., 2000).

Naqueles animais que chegam muito fadigados ao momento do abate, o pH cai pouco e de forma muito lenta, devido ao glicogênio do músculo ter sido consumido antes do abate (Sañudo, 1992). Não apenas o rigor mortis se instalará antes naqueles animais que não apresentam reservas de glicogênio e energia (devido ao estresse), mas também a pouca disponibilidade de substrato glicolítico no músculo não permitirá a correta acidificação do mesmo. Um pH último elevado no músculo bovino, pode causar o fenômeno indesejável da ocorrência de cortes escuros (Kidwell, 1952). Além da aparência desagradável da carne, este fenômeno facilita o crescimento bacteriano (Lawrie, 1998).

Além do manejo e da alimentação prévia ao abate, o temperamento dos animais é outro fator importante que deve ser considerado ao fazer referência à qualidade do produto. Animais bem alimentados e com períodos de descanso adequados prévios ao abate (os quais favoreceriam a existência de quantidades de glicogênio adequadas no músculo), também podem produzir carnes com valores elevados de pH final. Em animais com temperamentos excitáveis, apesar das tensões sofridas não se refletirem em movimentos físicos, estas podem reduzir as reservas de glicogênio do músculo, ocasionando portanto, maiores valores de pH (Petaja, 1983).

8.2. COR

Segundo Honikel (1998) existem três fontes de variação na cor da carne. A primeira, do tipo intrínseca, é o conteúdo de pigmentos do músculo, o qual depende de fatores de produção tais como a espécie, a idade e o regime nutricional. A segunda fonte se refere às condições de

manejo nos períodos pré-abate, abate e pós-abate, pela influência no pH e na temperatura. A terceira está relacionada com o tempo de armazenamento e com os processos de oxigenação e oxidação. Todos os fatores que afetam as propriedades ópticas da carne, podem ter uma influência significativa na cor (dentre eles o pH, capacidade de retenção de água, marmoreio, tecido conjuntivo, tamanho das fibras musculares e a desnaturação das proteínas (Mac Dougall, 1982).

O manejo dos animais nos períodos prévios ao abate influencia a cor, através de seu efeito sobre o pH da carcaça. O estresse sofrido nos momentos prévios ao abate, poderia reduzir o glicogênio do músculo in vivo (Tarrant et al., 1988; Warriss, 1990) não permitindo a correta queda do pH. Normalmente, quando a carne fresca é cortada, sua cor muda de púrpura ao vermelho brilhante (processo conhecido como *blooming*). Quando a carne tem altos valores de pH último devido a um mau manejo, não ocorre este processo e as carnes permanecem escuras. Os altos níveis de pH, e portanto a elevada capacidade de retenção de água entre as cadeias proteicas, faz com que as fibras se inchem e a superfície da carne reflita uma menor quantidade de luz (Renner, 1988).

8.3. MACIEZ

A maciez e a cor da carne são os principais parâmetros que determinam as preferências do consumidor (Pearson, 1966). Para Dransfield et al. (1984) e Seideman et al. (1989) a maciez é o parâmetro mais importante da qualidade sensorial da carne sob o ponto de vista dos consumidores, sendo uma qualidade sensorial especialmente importante no gado bovino (Sañudo, 1993). Segundo Brito e Pittaluga (2003) esta é a característica que determina a aceitação do produto por parte do consumidor e é determinante na repetição da compra. A maciez é um atributo muito complexo no qual participam fatores inerentes ao animal e ao manejo pré e pós-abate, assim como também a forma de preparação do produto.

Segundo Koohmaraie (1996) 40% da variabilidade na maciez estaria explicada por fatores ocorridos na fazenda, enquanto que 60 a 70% desta variabilidade seria explicada por fatores que ocorrem durante o processamento.

O estresse sofrido pelos animais nos momentos prévios ao abate poderia reduzir o glicogênio muscular in vivo (Tarrant et al., 1988; Warriss, 1990). Deste modo, o pH não diminuiria o suficiente, não atingindo-se a correta aci-

dificação do músculo para serem obtidos valores adequados de maciez (Watanabe et al., 1996; Purchas et al., 1999). Por outro lado, a adrenalina ocasionada pelo estresse inibe o sistema proteolítico das calpaínas que amaciam o músculo post-mortem (Sensky et al., 1998). Segundo Ouali et al. (2006) o estresse sofrido previamente ao abate, poderia apresentar um efeito negativo sobre a maciez, através da ação de certas proteínas que se encarregam de prevenir a apoptose ou morte celular. Tais proteínas são produzidas pelas células do animal como forma de defesa, quando uma situação de estresse é enfrentada. Portanto, o período imediatamente antes da morte, poderiam retardar o processo de morte celular caracterizando um obstáculo para a maturação. Segundo este autor, deveria ser agregada uma fase de iniciação da morte celular prévia às fases de rigor mortis e de maturação, e deveriam ser analisadas as alterações bioquímicas e estruturais que nela ocorrem. Neste sentido, a resposta individual dos animais frente às situações de estresse, poderiam apresentar um efeito importante sobre as características organolépticas da carne. Alguns autores registraram aumentos da maciez nos animais de temperamento mais calmo (Voisinet et al., 1997b), contrastando com os resultados de outros autores os quais afirmaram que a associação fenotípica entre temperamento e maciez é fraca ou inexistente (Burrow et al., 1999; Petherick et al., 2002; Kadel et al., 2006; King et al., 2006). Tais resultados contraditórios podem ocorrer devido a diferentes fatores, dentre eles destacando-se o possível uso de métodos subjetivos, não padronizados e possivelmente inadequados para a determinação do temperamento. Tampouco foram conclusivos os estudos que relacionaram o temperamento com a incidência de cortes escuros ou pH último (Fordyce et al., 1988b; Petherick et al., 2002).

Resultados de pesquisas realizadas no Uruguai mostraram que a carne proveniente de animais de temperamento mais tranquilo apresentou menores valores de força de cisalhamento, independentemente do sistema de alimentação (del Campo et al., 2008) e da raça (del Campo et al., 2010).

A maior descarga simpática (adrenalina e noradrenalina) nos animais mais temperamentais provocaria o consumo do glicogênio do músculo, impedindo sua correta acidificação e afetando de modo negativo as características organolépticas da carne. Além disso e tal como foi mencionado acima, poderia existir um efeito negativo do estresse e portanto do temperamento sobre a maciez, através da ação de certas proteínas que são produzidas frente a situações de estresse (proteínas de choque térmico), cujas características funcionais sugerem que possam

ser caracterizadas como um obstáculo para a maturação da carne. Por outro lado, a alteração do metabolismo associada a maiores condições de estresse, poderia criar condições menos favoráveis para a proteólise ou ação das calpaínas (King et al., 2006).

Informação produzida no Uruguai também mostra que os valores de força de cisalhamento registrados nos animais da raça Braford são maiores que os da raça Hereford ($5,93 \pm 0,32$ vs. $4,78 \pm 0,32$ respectivamente). Diversos autores demonstraram que a carne das raças índicas e continentais é menos macia que a carne de raças de origem britânica, independentemente do ambiente no qual o animal é produzido, sendo atribuído principalmente a uma maior atividade das calpastatinas (inibidoras das calpaínas) (Koch et al., 1982; McKeith et al., 1985), entre outros fatores, tais como maior conteúdo e insolubilidade do colágeno.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A aplicação de boas práticas de manejo é de grande relevância em todas e cada uma das distintas etapas da cadeia produtiva da carne.
- Animais bem manejados têm um temperamento mais tranquilo, uma menor resposta de estresse frente a qualquer manejo na fazenda e nos momentos prévios ao abate, refletindo-se em uma melhor qualidade do produto.
- Mais de 86% das perdas na cadeia cárnica uruguaia estão relacionadas a um mau manejo.

Além do sistema de produção, da espécie e da raça em questão, um fator chave é a capacitação do pessoal que trabalha com os animais em todos e cada um dos níveis da cadeia cárnica. Além de sua relevância do ponto de vista ético, existem suficientes evidências científicas internacionais e nacionais, indicando que as boas práticas de manejo se refletem tanto em um aumento da produção como na melhoria da qualidade do produto obtido, o que pode traduzir-se em efeitos positivos sobre os lucros e a rentabilidade das empresas agropecuárias (del Campo, 2006).

10. REFERÊNCIAS

Anderson, P. H., Berret, S., Patterson, D. S. P. 1976. The significance of elevated plasma creatine phosphokinase activity in muscle disease of cattle. *Journal of Com-*

parative Pathology, 86, 531-538.

- Anisman, H. 2002. Stress, immunity, cytokines and depression. *Acta Neuropsychiatrica*, 14, 251-261.
- Barnett, J. L., Hemsworth, P. H., Mand, A. M. 1983. The effect of chronic stress on some blood parameters in the pig. *Applied Animal Ethology*, 9, 273-277.
- Boivin, X., Lensink, J., Tallet, C., Veissier, L. 2003. Stockmanship and farm animal welfare. *Animal Welfare*, 12, 479-492.
- Boivin, X., Le Neindre, P., Garel, J. P., Chupin, J. M. 1994. Influence of breed and rearing management on cattle reactions during human handling. *Applied Animal Behaviour Science*, 39, 115-122.
- Boissy, A., Bouissou, M. F. 1988. Effects of early handling on heifers' subsequent reactivity to humans and to unfamiliar situations. *Applied Animal Behaviour Science*, 20, 259-273.
- Breuer, K., Hemsworth, P. H., Barnett, J. L., Matthews, L. R., Coleman, G. J. 2000. Behavioural response to humans and the productivity of commercial dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*, 66, 273-288.
- Breuer, K., Hemsworth, P. H., Coleman, G. J. 2003. The effect of positive or negative handling on the behavioural and physiological responses of nonlactating heifers. *Applied Animal Behaviour Science*, 84, 3-22.
- Brito, G., Pittaluga, O. 2003. Evaluación de reses de novillos Braford en Uruguay. In: *Seminario de Cruzamientos en Bovinos de Carne*. SAD INIA Uruguay.
- Broom, D. M. 2003. Causes of poor welfare in large animals during transport. *Veterinary Research Communications*, 27, 515-518.
- Burrow, H. M. 1997. Measurements of temperament and their relationships with performance traits of beef cattle. *Animal Breeding Abstracts*, 65, 477-495.
- Burrow, H. M., Corbet, N. J. 2000. Genetic and environmental factors affecting temperament of zebu and zebu-derived beef cattle grazed at pasture in the tropics. *Australian Journal of Agriculture Research*, 51, 155-62.
- Burrow, H. M., Shorthose, W. R., Stark, J. L. 1999. Relationships between temperament and carcass and meat quality attributes of tropical beef cattle. In: *Proceedings of the Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics*. p. 227-230.
- Cockram, M. S., Corley, K. T. T. 1991. Effect of pre-slaughter handling on the behaviour and blood composition of beef-cattle. *British Veterinary Journal*, 147, 444-454.
- Curley Jr., K. O., Paschal, J. C., Welsh Jr., T. H., Randel, R. D.

2006. Technical note: Exit velocity as a measure of cattle temperament is repeatable and associated with serum concentration of cortisol in Brahman bulls. *Journal of Animal Science*, 84, 3100-3103.
- del Campo, M. 2006. Bienestar animal ¿Un tema de moda? *Revista INIA - Uruguay*, 9.
- del Campo, M. 2008. El Bienestar Animal y la Calidad de Carne de novillos en Uruguay con diferentes sistemas de terminación y manejo previo a la faena. Tese de doutorado. *Universitat Politècnica de València*, Valencia.
- del Campo, M., Brito, G., Soares de Lima, J. M., Hernández, P., Montossi, F. 2010. Finishing diet, lairage time and temperament effects on carcass and meat quality traits in steers. *Meat Science*, 86, 908-914.
- Dransfield, E., Nute, G. R., Roberts, T. A., Boccard, R., Touraille, C., Buchter, L., Casteels, M., Cosentino, E., Hood, D. E., Joseph, R. L., Schon, Y., Paardedoooper, E. J. C. 1984. Beef quality assessed at European Research Centres. *Meat Science*, 1, 1-10.
- Elder, J. K., Kearnan, J. F., Waters, K. S., Dunwell, G. H., Emmerston, F. R., Knott, S. G., Morris, R. S. 1980. A survey concerning cattle tick control in Queensland. 4. Use of resistant cattle and pasture spelling. *Australian Veterinary Journal*, 56, 219.
- EUROPEAN COMMISSION. 2002. HEALTH & CONSUMER PROTECTION DIRECTORATE-GENERAL. 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.
- Fazio, E., Medica, P., Alberghina, D., Cavaleri, S., Ferlazzo, A. 2005. Effect of long distance road transport on thyroid and adrenal function and hematocrit values in Limousin cattle: Influence of body weight decrease. *Veterinary Research Communications*, 29, 713-719.
- Ferguson, D. M., Bruce, H. L., Thompson, J. M., Egan, A. F., Perry, D., Shorthose, W. R. 2001. Factors affecting beef palatability-farm gate to chilled carcass. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 41, 879-892.
- Ferguson, D. M., Shaw, F. D., Stark, J. L. 2007. Effect of reduced lairage duration on beef quality. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 47, 770-773.
- Fordyce, G., Dodt, R. M., Wythes, J. R. 1988a. Cattle temperaments in extensive beef herds in northern Queensland. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 28, 683-687.
- Fordyce, G., Wythes, J. R., Shorthose, W. R., Underwood, D. W., Shepherd, R. K. 1988b. Cattle temperaments in extensive beef herds in northern Queensland. 2. Effect of temperament on carcass and meat quality. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 28, 689-693.
- Gallo, C., Lizondo, G., Knowles, T. G. 2003. Effects of journey and lairage time on steers transported to slaughter in Chile. *Veterinary Record*, 152, 361-364.
- García Sacristán, A. 1995. Fisiología Veterinaria. Madrid: McGraw-Hill Interamericana.
- Grandin, T. 1993. *Livestock Handling and Transport*. Wallingford: CAB International.
- Grandin, T. 1997. Assessment of stress during handling and transport. *Journal of Animal Science*, 75, 249-257.
- Grasso, F., Gambacorta, E., Montemurro, N., Bernardino, D., di Zullo, A., Matassino, D. 1989. Assessment of transport and slaughter in beef cattle on the basis of some biological tests, *Produzione-Animale*, 2, 91-119.
- Gregory, N. G. 2006. *Physiology and Behaviour of Animal Suffering*. UK: Blackwell Publishing.
- Groth, W., Granzer, W. 1977. Changes due to transport in the blood values of fattening calves compared with early weaned calves. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 84, 89-93.
- Hartung, G. 2003. Effects of transport on health of farm animals. *Veterinary Research Communications*, 27, 525-527.
- Hearnshaw, H., Barlow, R., Want, G. 1979. Development of temperament or handling difficulty score for cattle. In: *Proceedings of Australian Association of Animal Breeding and Genetics*, 1, 164-166.
- Hearnshaw, H., Morris, C. A. 1984. Genetic and environmental effects on a temperament score in beef cattle. *Australian Journal of Agriculture Research*, 35, 723-733.
- Hemsworth, P. H. 2003. Human-animal interactions in livestock production. *Applied Animal Behaviour Science*, 81, 185-198.
- Hemsworth, P. H., Coleman, G. J. 1998. *Human-Livestock Interactions: The stockperson and the Productivity and Welfare of Intensively-farmed Animals*. Oxon: CAB International.
- Honikel, K. O. 1998. Recommendation of an initial group of reference methods for the assessment of physical characteristics of Meat. In: *Proceedings of the 44th International Congress of Meat Science and Technology*, p. 608-609.
- Honkavaara, M., Rintasalo, E., Ylonen, J., Pudas, T. 2003. Meat quality and transport stress of cattle. *Deutsche*

- Tierarztliche Wochenschrifte*, 110, 125-128.
- Immonen, K., Schaefer, D. M., Puolanne, E., Kau, R. G., Nordheim, E. V. 2000. The relative effect of dietary energy density on repleted and resting muscle glycogen concentrations. *Meat Science*, 54, 155-162.
- Ishiwata, T., Uetake, K., Eguchi, Y., Tanaka, T. 2008. Physical conditions in a cattle vehicle during spring and autumn conditions in Japan, and reactions of steers to long distance transport. *Animal Science*, 79, 620-627.
- Jacobsen, T., Schaefer, A. L., Tong, A. K. W., Stanley, R. W., Jones, S. D. M., Robertson, W. M., Dyck, R. 1993. The effects of transportation on carcass yield, meat quality and haematology values in electrolyte treated cattle. In: *Proceedings of the 39th International Congress of Meat Science and Technology*, Calgary. p. 11.
- Jarvis, A. M., Harrington, D. W. J., Cockram, M. S. 1996. Effect of source and lairage on some behavioural and biochemical measurements of feed restriction and dehydration in cattle at a slaughterhouse. *Applied Animal Behaviour Science*, 50, 83-94.
- Kadel, M. J., Johnston, D. J., Burrow, H. M., Graser, H. U., Ferguson, D. M. 2006. Genetics of flight time and other measures of temperament and their value as selection criteria for improving meat quality traits in tropically adapted breeds of beef cattle. *Australian Journal of Agriculture Research*, 57, 1029-1035.
- Kenny, F. J., Tarrant, P. V. 1987. The physiological and behavioural responses of crossbred steers to short haul transport by road. *Livestock Production Science*, 17, 63.
- Kidwell, J. F. 1952. Muscular hypertrophy and "black cutter" beef. *J. Hered.* 43: 157-158. In: Lawrie, R. A. 1998. *Lawrie's Meat Science*. 6th ed. Woodhead Publishing Limited.
- King D. A., Schuehle Pfeiffer, C. E., Randel, R. D., Welsh Jr., T. H., Oliphint, R. A., Baird, B. E., Curley Jr., K. O., Vann, R. C., Hale, D. S., Savell, J. W. 2006. Influence of animal temperament and stress responsiveness on the carcass quality and beef tenderness of feedlot cattle. *Meat Science*, 74, 546-556.
- Knowles, T. G. 1999. A review of the road transport of cattle. *Veterinary Records*, 144, 197-201.
- Koch, R. M., Dikeman, M. E., Crouse, J. D. 1982. Characterization of biological types of cattle (Cycle III). III. Carcass composition, quality and palatability. *Journal of Animal Science*, 54, 35-45.
- Koohmaraie, M. 1996. Biochemical factors regulating the toughening and tenderisation process of meat. *Meat Science*, 43, 193-201.
- Lawrie, R. A. 1998. *Lawrie's Meat Science*. 6 ed. Woodhead Publishing Limited.
- Lefebvre, H. P., Laroute, V., Braun, J. P., Lassourd, V., Toutain, P. L. 1996. Non-invasive and quantitative evaluation of post-injection muscle damage by pharmacokinetic analysis of creatine-kinase release. *Veterinary Research*, 27, 343-361.
- Le Neindre, P., Trillet, G., Sapa, J., Ménissier, F., Bonnet, J. N., Chupin, J. M. 1995. Individual differences in docility of Limousin cattle. *Journal of Animal Science*, 73, 2249.
- Lensink, B. J., Fernandez, X., Boivin, X., Pradel, P., Le Neindre, P., Veissier, I. 2000. The impact of gentle contact on ease of handling, welfare and growth of calves and on quality of veal meat. *Journal of Animal Science*, 78, 1219-1226.
- Mac Dougall, D. B. 1982. Changes in the colour and opacity of meat. *Food Chemistry*, 9, 75-88.
- Manteca, X., Ruiz de la Torre, J. L. 1996. Transport of extensively farmed animals. *Applied Animal Behaviour Science*, 49, 89-94.
- Marahrens, M., von Richthofen, I., Schmeiduch, S., Hartung, I. 2003. Special problems of long-distance transport of cattle. *Deutsche Tierarztliche Wochenschrifte*, 110, 120-125.
- María, G. A., Villarroel, M., Chacon, G., Gebresenbet, G. 2004. Scoring system for evaluating the stress to cattle of commercial loading and unloading. *Veterinary Record*, 154, 818-821.
- McCosker, T., Winks, L. 1994. *Phosphorus Nutrition of Beef Cattle in Northern Australia*. Brisbane: Department of Primary Industries.
- McKeith, F. K., Smith, J. W., Smith, G. C., Dutson, T. R., Carpenter, Z. L. 1985. Tenderness of major muscles from three breed-types of cattle at different times-on feed. *Meat Science*, 13, 151.
- Mounier, L., Dubroeuq, H., Andanson, S., Veissier, I. 2006. Variations in meat pH of beef bulls in relation to conditions of transfer to slaughter and previous history of the animals. *Journal of Animal Science*, 84, 1567-1576.
- Ouali, A., Herrera-Mendez, C. H., Coulis, G., Becila, S., Boudjellal, A. C., Aubry, L., Sentandreu, M. A. 2006. Revisiting the conversion of muscle into meat and the underlying mechanisms. *Meat Science*, 74, 44-58.
- Pearson, A. M. 1966. Desirability of beef-its characteristics and their measurement. *Journal of Animal Science*, 25, 843-854.
- Petaja, E. 1983. Proceedings of the 29th European Meeting

- of Meat Research Workers, Salsomaggiore, p.117.
- Petherick, J. C., Holroyd, R. G., Doogan, V. J., Venus, B. K. 2002. Productivity, carcass and meat quality of lot-fed *Bos indicus* cross steers grouped according to temperament. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 42, 389-398.
- Powell, R. T., Reid, T. J. 1982. Project tick control. *Queensland Agricultural Journal*, 108, 279-300.
- Purchas, R. W., Yan, X., Hartley, D. G. 1999. The influence of a period of aging on the relationship between ultimate pH and shear values of beef m. *Longissimus thoracis*. *Meat Science*, 51, 135-141.
- Renerre, M. 1988. Quelles recommandations pour mesurer la xoleur de la viande au laboratoire. *Industries Alimentaires et Agricoles*, 6, 530.
- Ruiz de la Torre, J. L., Velarde, A., Distre, M., Gispert, M., Hall, S. J. G., Broom, D. M., Manteca, X. 2001. Effects of vehicle movements during transport on the stress response and meat quality of sheep. *Veterinary Record*, 148, 227-229.
- Rushen, J., Taylor, A. A., de Pasille, A. M. 1999. Domestic animal's fear of humans and its effects on their welfare. *Applied Animal Behaviour Science*, 65, 285-303.
- Sañudo, C. 1992. La calidad organoléptica de la carne con especial referencia a la especie ovina: factores que la determinan, métodos de medida y causas de variación. In: *Curso Internacional de Producción Ovina*, Zaragoza: SIA.
- Sañudo, C. 1993. Calidad organoléptica de la carne. In: *Tecnología y Calidad de los productos cárnicos*, Pamplona.
- Schaefer, A. L., Jones, S. D., Stanley, R. W. 1997. The use of electrolyte solutions for reducing transport stress. *Journal of Animal Science*, 75, 258-265.
- Seideman, S. C., Cross, H. R., Crouse, J. D. 1989. Variations in the sensory properties of beef as affected by sex, condition, muscle and postmortem aging. *Journal of Food Quality*, 12, 39-58.
- Sensky, P. L., Parr, T., Scothern, G. P., Perry, A., Bardsley, R. G., Buttey, P. J., Wood, J. D., Warkup, C. C. 1998. Differences in the calpain enzyme system in tough and tender samples of porcine *longissimus dorsi*. In: *Proceeding of British Society of Animal Science*, p. 16.
- Shaw, F. D., Tume, R. K. 1992. The assessment of pm-slaughter and slaughter treatments of livestock by measurement of plasma constituents-a review of recent work. *Meat Science*, 32, 311-329.
- Stricklin, W. R., Heisler, C. E., Wilson, L. L. 1980. Heritability of temperament in beef cattle. *Journal of Animal Science*. 51(Supl. 1), 109-110.
- Tadich, N., Gallo, C., Bustamante, H., Schwertera, M., van Schaik, G. 2005. Effects of transport and lairage time on some blood constituents of Friesian-cross steers in Chile. *Livestock Production Science*, 93, 223-233.
- Tarrant, V., Grandin, T. 1993. Cattle transport. In: Grandin, T. *Livestock Handling and Transport*. Wallingford: CAB International, pp. 109-126.
- Tarrant, P. V., Kenny, F. J., Harrington, D. 1988. The effect of stocking density during four hour transport to slaughter on behaviour, blood constituents and carcass bruising in Friesian steers. *Meat Science*, 24, 209-222.
- Terlow, E. M. C., Schouten, W. G. P., Ladewig, J. 2005. Physiology. In: Appleby, M. C., Hughes, B. O. *Animal Welfare*. Wallingford: CAB International, pp. 143.
- Trunkfield, H. R., Broom, D. M. 1990. Welfare of calves during handling and transport. *Applied Animal Behaviour Science*, 28, 135-152.
- Tulloch, N. M. 1961. Behaviour of cattle in yards. II. A study of temperament. *Animal Behaviour*, 9, 25-30.
- Van de Water, G., Verjans, F., 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 Production Science*, 82, 171-179.
- Villarroel, M., Maria, G., Sañudo, C., Garcia-Belenguer, S., Chacon, G., Gebresenbet, G. 2003. Effect of commercial transport in Spain on cattle welfare and meat quality. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrifte*, 110, 105-107.
- Voisinet, B. D., Grandin, T., Tatum, J. D., O'Connor, S. F., Struthers, J. J. 1997a. Feedlot cattle with calm temperaments have higher average daily gain than cattle with excitable temperaments. *Journal of Animal Science*, 75, 892-896.
- Voisinet, B. D., Grandin, T., O'Connor, S. F., Tatum, J. D., De-esing, M. J. 1997b. Bos Indicus-Cross feedlot cattle with excitable temperaments have tougher meat and a higher incidence of borderline dark cutters. *Meat Science*, 46, 367-377.
- Warriss, P. D. 1990. The handling of cattle pre slaughter and its effect on carcass and meat quality. *Applied Animal Behaviour Science*, 28, 171-186.
- Warriss, P. D., Brown, S. N., Knowles, T. G., Kestin, S. C., Edwards, J. E., Dolan, S. K., Phillip, A. J. 1995. Effect on cattle of transport by road for up to 15 hours. *Veterinary Record*, 136, 319-323.
- Warriss, P. D., Kestin, S. C., Brown, S. N., Wilkins, L. J. 1984.

The time required for recovery from mixing stress in young bulls and the prevention of dark cutting beef.

Meat Science, 10, 53-68.

Watanabe, A., Daly, C. C., Devine, C. E. 1996. The effects of ultimate pH of meat on the tenderness changes during ageing. *Meat Science*, 42, 67-78.

Webster, J. 2005. *Animal Welfare, Limping Towards Eden*. UFAW Animal Welfare Series, Blackwell Publishing.

Wikner, I., Gebresenbet, G., Nilsson, C. 2003. Assessment of air quality in a commercial cattle transport vehicle in Swedish summer and winter conditions. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrifte*, 110, 100-104.