

Desmama, transporte e entrada no confinamento: alternativas de manejo para otimizar a saúde e desempenho de bovinos de corte

Reinaldo F. Cooke

Oregon State University – Eastern Oregon Agricultural Research Center, Burns.

Introdução

A importância do estresse nos parâmetros de saúde, assim como uma adequada definição e quantificação dos resultados relacionados ao estresse, surgiu como um dos principais objetivos dentro das pesquisas com seres humanos e animais nas últimas décadas (Glaser e Kiecolt-Glaser, 2005). A definição clássica de estresse – soma de todas as reações dos fatores que potencialmente influenciam a homeostase de um indivíduo – tem sido comumente usada por cientistas independente da espécie em análise (Moberg, 2000). A base para esse conceito surgiu há mais de 70 anos, quando o termo estresse foi inicialmente utilizado na comunidade médica por Hans Selye, que também propôs que um organismo responde da mesma maneira aos diferentes tipos de estressores em um esforço para manter sua homeostase (Selye, 1973). Na verdade, embora as consequências fisiológicas do estresse ainda não foram totalmente esclarecidas (Pacak e Palkovits, 2001), tem sido demonstrado que os estressores afetam o sistema imune, assim como diferentes respostas dentro do corpo, principalmente através do eixo hipotálamo-pituitária-adrenal (HPA) e o sistema nervoso simpático (SNS; Elenkov et al., 2000).

Os rebanhos bovinos são, inevitavelmente, expostos a diversos tipos de estresse durante sua vida produtiva (Carroll e Forsberg, 2007). Como exemplo, podemos incluir estressores psicológicos, fisiológicos e físicos, que estão associados com os procedimentos de manejo atualmente praticados dentro dos sistemas de produção dos bovinos de corte e leite. Um exemplo clássico ocorre durante a transferência dos bezerros de corte da fazenda de cria para os confinamentos. Durante essa “fase de transporte para o confinamento”, os animais são expostos a vários estressores em um curto período de tempo (Araujo et al., 2010), tais como a separação da mãe, medo social durante a mistura com outros animais e exposição a novos ambientes (estresse psicológico), ferimentos, estresse térmico, fadiga, restrições alimentar e hídrica durante o transporte (estresse físico), assim como perturbação nas funções endócrina ou neuroendócrina (estresse fisiológico) caracterizados pela ativação do eixo HPA (Carroll e Forsberg, 2007). A combinação de alguns ou todos os estressores citados acima é a principal causa que predispõe o animal ao complexo da doença respiratória bovina (BRD; Duff e Galyean, 2007), demonstrando as implicações diretas e substanciais do estresse na saúde animal. Esse complexo, frequentemente compreendido de infecções viral, bacteriana e micoplasmática (Ellis, 2001), é a doença mais comum e dispendiosa nos confinamentos dos Estados Unidos (NASS, 2006). De fato, os custos da

BRD na indústria norte americana chegam a aproximadamente \$ 1 bilhão por ano (Griffin, 1997). Essas perdas econômicas incluem, além das taxas de mortalidade dos animais, os custos associados com desperdício de alimentos, compra de medicamentos e redução no desempenho de animais doentes (Loerch e Fluharty, 1999).

Estresse x Saúde Animal

Dentro das respostas fisiológicas ao estresse, talvez o eixo mais comum e conhecido seja o aumento da produção de cortisol pela glândula adrenal (Sapolsky et al., 2000), e consequentemente concentrações elevadas desse hormônio no sangue (Figura 1). Cortisol tem diversas funções dentro do organismo do animal, mas seu principal objetivo é de ajudar o animal à retomar sua homeostase. Cortisol estimula a degradação de tecido hepático, muscular e adiposo para liberação de glicogênio, aminoácidos e gordura, respectivamente, que serão utilizados como fonte adicional de energia para controlar o estresse (Nelson and Cox, 2005). Contudo, concentrações elevadas de cortisol na circulação tem efeitos significativos na resposta imune do animal. Esse efeito pode ser imunossupressor se as concentrações de cortisol são elevadas por períodos prolongados (estresse crônico, no caso de animais pós-parto), ou imunoestimulante se elevadas por períodos curtos (estresse agudo, no caso de desmama ou transporte).

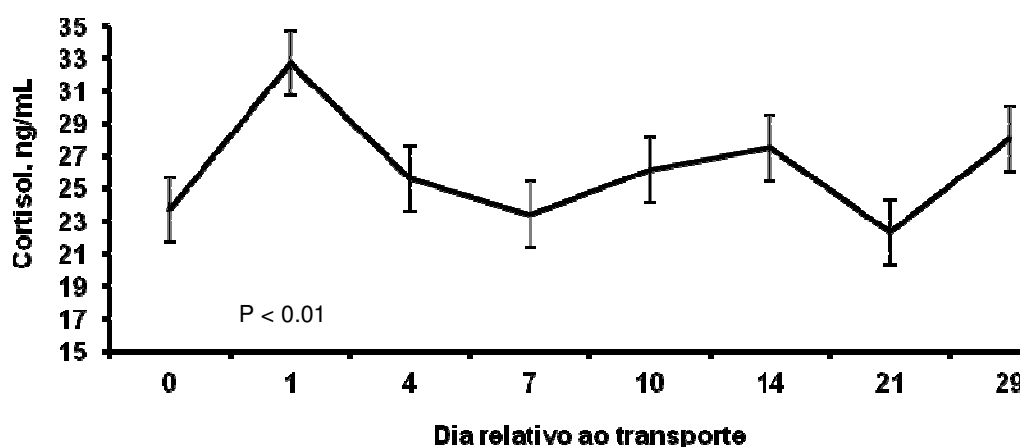


Figura 1. Concentrações plasmáticas de cortisol em bovinos de corte antes (dia 0) e após transporte rodoviário por 24 h. Adaptados de Francisco et al. (2012).

Cortisol atenua a resposta imune principalmente ao reduzir a capacidade de glóbulos brancos em sintetizar e secretar citocinas pro-inflamatórias (Carroll and Forsberg, 2007). Desse modo, menos glóbulos brancos são recrutados para combater as infecções. Por outro lado, estresse agudo pode estimular uma resposta inflamatória, enquanto o efeito imunossupressor não ocorre devido ao aumento expressivo mas transiente de cortisol na circulação. Por exemplo, infusão única de CRH (hormônio que estimula a síntese de cortisol) eleva temporariamente as concentrações circulantes de cortisol, enquanto estimulam

respostas inflamatórias em bovinos de corte (Cooke and Bohnert, 2011; Figura 2). Esse fato ajuda a explicar porque o transporte pode estimular respostas imunológicas em bovinos sem a presença de patógenos e infecção (Figura 3). O motivo pelo qual essa reação ocorre ainda não foi esclarecido, mas pode estar associado com os efeitos catabólicos de cortisol no organismo. Ao degradar tecidos do corpo, cortisol danifica diversas células, o que pode ser confundido pelo sistema inato, mas não pelo sistema adquirido, como uma infecção, e estimular respostas inflamatórias que na maioria das vezes é desnecessária.

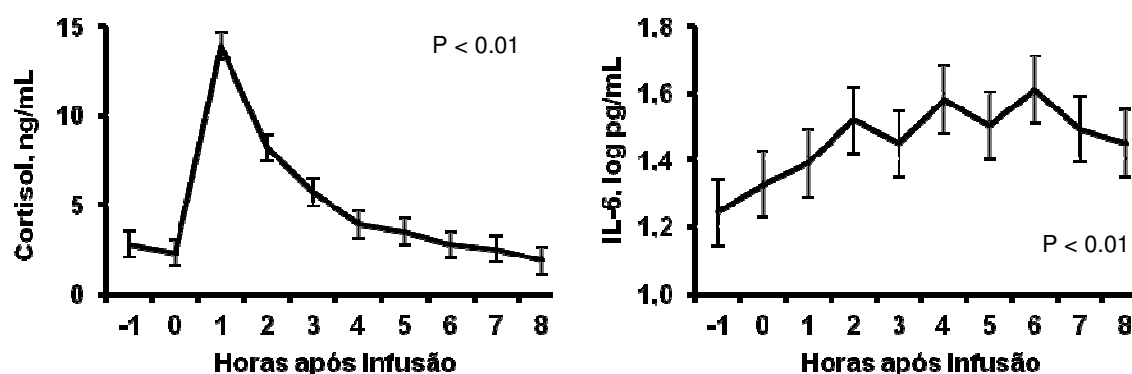


Figura 2. Concentrações plasmáticas de cortisol e IL-6 em novilhos de corte recebendo infusão intravenosa de CRH na h 0. Em relação aos valores pré-infusão, concentrações de cortisol aumentaram significativamente ($P < 0.05$) durante as h 1, 2, e 3, enquanto concentrações de IL-6 aumentaram significativamente durante a h 6.

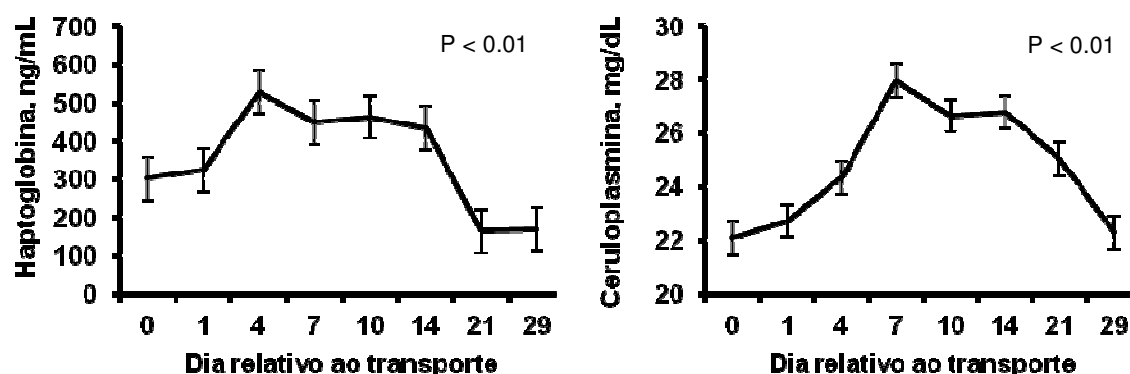


Figura 3. Concentrações plasmáticas de haptoglobina e ceruloplasmina (proteínas inflamatórias) em bovinos de corte antes (dia 0) e após transporte rodoviário por 24 h. Adaptados de Francisco et al. (2012).

Portanto, produtores devem sempre adotar medidas para prevenir que animais sejam expostos a estresse desnecessário, devido às consequências que o estresse implica em termos de saúde animal. Durante procedimentos obrigatórios, como por exemplo desmama e transporte, animais devem estar saudáveis para que complicações imunológicas sejam evitadas.

Produtividade x Saúde Animal

O sistema imune, assim como qualquer outro processo fisiológico, requer quantidades significativas de nutrientes para trabalhar corretamente. Quando o animal é infectado por um patógeno, por exemplo, uma quantidade expressiva de energia e proteína que seriam utilizadas para funções produtivas (ganho de peso, reprodução, lactação, etc.), são desviadas para sustentar a resposta imunológica (Carroll and Forsberg, 2007). Esses nutrientes são utilizados para produção de glóbulos brancos, auxiliar processos inflamatórios, multiplicação de células B e T, síntese de anticorpos, e muitos outros processos imunológicos. Portanto, manter os animais em bom estado de saúde tem consequências positivas na eficiência alimentar, performance, e reprodução. Ao mesmo tempo, animais devem sempre estar em bom estado nutricional para que seu sistema imune funcione corretamente quando necessário.

Neste artigo, iremos focar principalmente nos efeitos do sistema inato na produtividade animal. Isso não significa que o sistema adquirido não influencia diretamente as características produtivas. Pelo contrário, influencia tanto quanto ou até mais que o sistema inato. No entanto, quando o sistema adquirido é ativado, diversos dias e até semanas já se passaram desde que o animal foi exposto a um patógeno ou outro desafio imunológico, consequentemente a performance animal e a lucratividade do produtor já foram prejudicadas. Entender como o sistema inato pode influenciar negativamente a produtividade animal é essencial para que possamos desenvolver e utilizar alternativas que previnam essa resposta quando desnecessária, ou a estimulem para que seja mais eficiente e elimine o desafio imunológico o mais rápido possível.

Como previamente comentando, nutrientes são necessários para que os glóbulos brancos inicialmente reconheçam um patógeno ou outro desafio imunológico, como por exemplo degradação de tecidos devido à alta concentração circulante de cortisol, e iniciem a resposta inata. Mas a principal perda produtiva durante a resposta inata ocorre durante os processos inflamatórios e resposta da fase aguda, principalmente devido à ação das citocinas pro-inflamatórias. Essas citocinas são pleiotrópicas, ou seja, exercem diversos efeitos no organismo animal, sendo efeitos positivos dentro do próprio sistema imune, mas negativos em relação à produtividade animal (Johnson, 1997; Johnson, 1998; Klasing and Korver, 1997; Figura 4). É importante entender que na maioria dos estudos avaliando os efeitos do sistema inato na produção animal, as concentrações sanguíneas das citocinas não foram avaliadas pois esse ensaio só foi desenvolvido recentemente. Portanto, esses estudos correlacionaram variáveis produtivas e

reprodutivas com as proteínas da fase aguda (ceruloplasmina e haptoglobina nesse artigo), que em si não são prejudiciais à produtividade animal mas refletem diretamente os níveis circulantes das citocinas pró-inflamatórias (Carroll and Forsberg, 2007)..

Os principais mecanismos pelo qual as citocinas pró-inflamatórias prejudicam funções produtivas de bovinos é por reduzir consumo de alimentos. Esse efeito corresponde a até 70% das perdas em performance animal devido às respostas inflamatórias e fase aguda (Klasing and Korver, 1997; Figura 4). As citocinas, pró-inflamatórias agem diretamente no cérebro e alteram a síntese de neurotransmissores associados com apetite, como por exemplo neuropeptídeo Y. As citocinas também prejudicam o sistema digestivo ao reduzir motilidade, esvaziamento, e secreções gástricas (Klasing and Korver, 1997) .

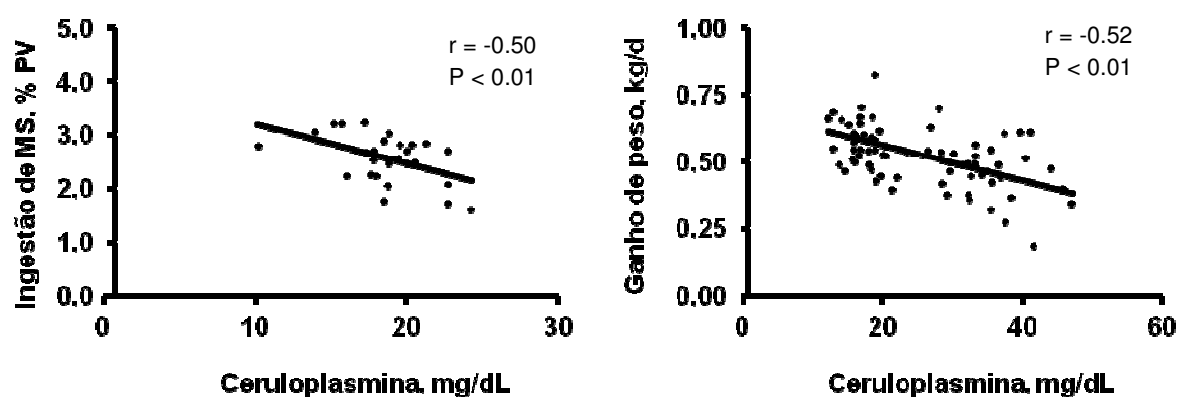


Figura 4. Correlações entre concentrações médias de ceruloplasmina e ingestão de matéria seca (como % do peso vivo) em animais confinados por 30 dias, e ganho de peso em novilhas de reposição durante a recria. Adaptados de Cooke et al. (2009) e Araujo et al. (2010).

Estratégias de Manejo Benéficas à Saúde e Produtividade Animal

Devido à importância do estresse durante a fase de transferência para o confinamento nos parâmetros produtivos de bovinos de corte, nosso grupo de pesquisa na Oregon State University desenvolveu uma série de estudos para entender os princípios fisiológicos, associando o estresse de transporte e entrada no confinamento às respostas inflamatórias de fase aguda e consequente redução no desempenho de bovinos. Uma síntese desses trabalhos está descrita a seguir.

Efeitos das 24-h de transporte ou 24-h de restrição de água e alimentos nas respostas fisiológicas e desempenho de bovinos (Marques et al., 2012)

Transporte, por exemplo, é um dos eventos mais estressantes vivenciado por bovinos de corte. Após longos períodos de transporte, os bovinos desencadeiam uma resposta inflamatória de fase aguda que frequentemente prejudica a saúde e a produtividade durante o período de entrada nos confinamentos.

Estas respostas imunológicas induzidas pelo estresse podem ser estimuladas por vários fatores estressantes, dos quais animais estão expostos durante o transporte, incluindo restrição de água e alimentos. Restrição de nutrientes estimula a mobilização de reservas de gorduras corporais bem como uma resposta neuroendócrina ao estresse modulada pelo eixo ACTH-cortisol, que por sua vez tem sido demonstrado como desencadeador de reações de fase aguda em bovinos. Restrição de água e alimentos podem também prejudicar o ecossistema ruminal e causar morte microbiana, resultando em liberação de endotoxinas que também estimulam uma resposta de fase aguda em bovinos. Portanto, nós levantamos a hipótese que restrição de água e alimentos é o principal estimulante da resposta de fase aguda provocada pelo transporte rodoviário. Desse modo, o objetivo deste experimento foi comparar os efeitos de 24-h de transporte rodoviário ou 24-h de restrição de água e alimentos na concentração circulante de cortisol, NEFA, proteínas de fase aguda e desempenho de bovinos confinados durante o período de recebimento. Novilhos (n=30) e novilhas (n=15) Angus x Hereford foram classificados por sexo e peso (peso corporal inicial = 217 ± 3 kg; idade inicial = 185 ± 2 d) e distribuídos aleatoriamente em 15 baias no d -12 do experimento (3 animais/baía; 2 novilhos e 1 novilha). Foi fornecido aos animais feno de alfafa ad libitum e 2,3 kg/animal/dia (base MS) de um concentrado a base de milho durante todo o experimento (d -12 a 28). No dia 0, as baias foram designadas aleatoriamente a 1 de 3 tratamentos: 1) transporte por 24 h em um caminhão por 1.200 km (TRANS); 2) sem transporte, mas água e alimentos restritos por 24 h (REST); ou 3) sem transporte e acesso a alimentos e água (CON). Os tratamentos foram aplicados ao mesmo tempo do d 0 a d 1. A IMS total foi avaliada diariamente do d -12 a d 28. O peso corporal cheio foi avaliado antes da aplicação dos tratamentos (d -1 e 0) e no final do experimento (d 28 e 29). Amostras de sangue foram coletadas nos d 0, 1, 4, 7, 10, 21 e 28.

A média de GPD foi maior ($P < 0,01$) nos animais CON vs. TRANS e REST, mas similar ($P = 0,46$) entre os animais TRANS e REST (Tabela 1). Efeito de tratamento não foi detectado para IMS ($P \geq 0,25$), mas os animais CON tiveram maior G:F vs. TRANS ($P < 0,01$) e REST ($P = 0,08$), no entanto G:F foi similar ($P = 0,21$) entre os animais TRANS e REST (Tabela 1). Concentração plasmática de cortisol foi maior para os animais ($P \leq 0,05$) REST vs. CON e TRANS no d 1, 7, 14 e 28, e também superior para o grupo ($P = 0,02$) TRANS vs. CON no d 1 (Figura 5). A concentração sérica de NEFA foi maior ($P < 0,01$) nos animais REST e TRANS vs. CON no d 1, e superior ($P < 0,01$) no grupo REST vs. TRANS no d 1 (Figura 5). As concentrações plasmáticas de ceruloplasmina foram maiores ($P = 0,04$) no grupo TRANS vs. CON no d 1, maiores ($P = 0,05$) no REST vs. CON no d 4 e superior ($P \leq 0,05$) no REST vs. TRANS e CON no d 14 (Figura 5). As concentrações plasmáticas de haptoglobina foram superiores ($P < 0,01$) em TRANS vs. CON and REST no d 1 e maiores ($P \leq 0,05$) para REST vs. TRANS and CON no d 7 (Figura 5). Em conclusão, 24 h de transporte e 24 h de restrição de nutrientes estimula reação das proteínas de fase aguda, e similarmente diminui o desempenho de bovinos confinados durante o período

de recebimento. Estes resultados sugerem que restrição de água e alimentos são os principais contribuintes a uma resposta de fase aguda e redução na performance na entrada do confinamento detectado em animais transportado por longas distancias.

Tabela 1. Desempenho durante a entrada no confinamento (28 d) de animais TRANS, REST e CON.

Item	CON	REST	TRANS	<i>P-Value</i>
Perda de peso (d 0 ao 1), %	0.07 ^a	8.1 ^b	9.6 ^c	< 0.01
GPD, kg/d	1.27 ^a	0.97 ^b	0.91 ^b	< 0.01
IMS, kg/d				
Feno	5.5	4.9	5.4	0.32
Concentrado	2.30	2.29	2.26	0.52
Total	7.9	7.2	7.8	0.25
G:F, g/kg	163 ^a	143 ^{ab}	127 ^b	0.03

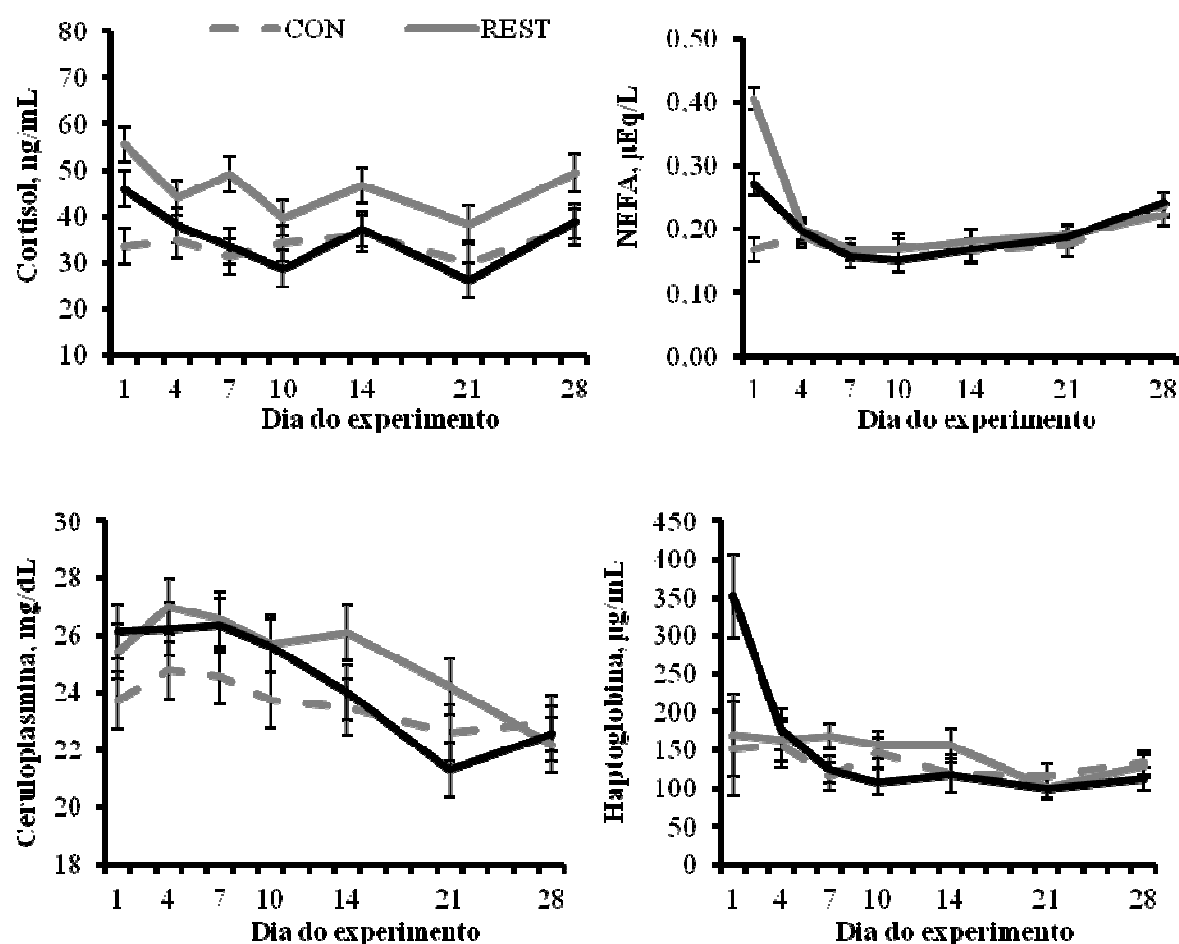


Figura 5. Concentrações circulantes de cortisol, NEFA, haptoglobina e ceruloplasmin dos animais TRANS, REST e CON.

Efeitos do temperamento no desempenho de bovinos transportados (Francisco et al., 2012)

Bovinos confinados com temperamento agressivo tem redução no desempenho e na qualidade de carcaça comparado com animais calmos. Bovinos com temperamento agressivo também tem acentuada resposta da fase aguda em consequência ao estresse. Estes resultados podem ajudar explicar a redução do desempenho de animais agressivo, dado que a magnitude da resposta da fase aguda na entrada do confinamento está negativamente associada com saúde, IMS e parâmetros de crescimento. Portanto, o objetivo deste estudo foi comparar as respostas da fase aguda e o desempenho na entrada do confinamento de bovinos com temperamento calmo e agressivo.

Sessenta novilhos Angus x Hereford desmamados aos 6 meses de idade foram designados ao experimento. Aproximadamente 65 d depois do desmame, os novilhos foram avaliados para escore de temperamento (ver Francisco et al., 2012) e classificados com temperamento agressivo e adequado. Os novilhos foram transportados por um caminhão comercial por 24 h e em seguida atribuídos a período de recebimento em confinamento por 28 d. Os parâmetros de desempenho e amostras de sangue foram avaliados como em Marques et al. (2012; ver acima). Novilhos agressivos (n =14) tiveram maior resposta plasmática para haptoglobina e ceruloplasmina (Figura 6), assim como redução no GPD ($P = 0.05$) comparado com novilhos com temperamento adequado (n = 46) durante o período de entrada no confinamento (1.10 vs. 1.26 kg/d, respectivamente, EPM = 0.05). Em conclusão, temperamento agressivo é prejudicial para imunidade e parâmetros de desempenho de bovinos confinados durante o período de recebimento. Portanto, seleção para temperamento é fundamental para aumentar a performance de bovinos de corte.

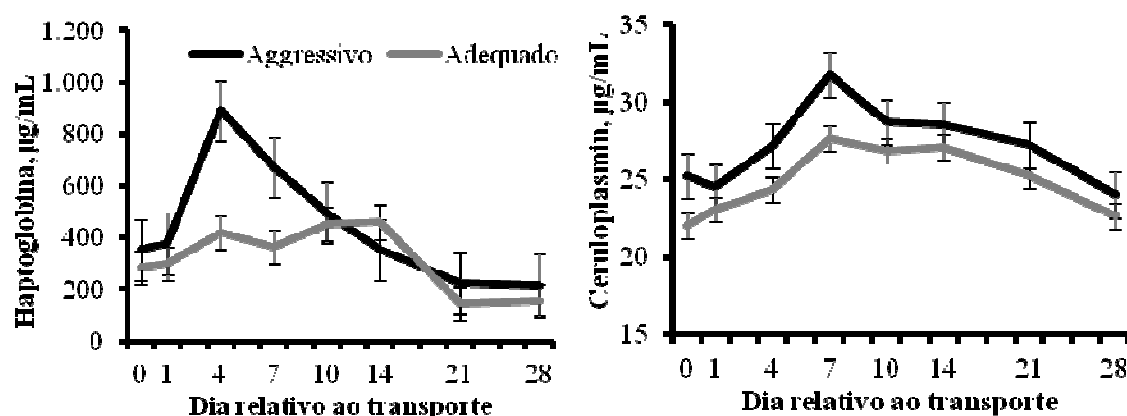


Figure 6. Concentrações plasmática de haptoglobina e ceruloplasmina durante período de entrada no confinamento (d 1 a d 28) de bovinos de corte de acordo com o tipo de temperamento (adequado ou agressivo).

Efeitos da administração de flunixin meglumine na resposta de fase aguda e desempenho de bovinos transportados (Cooke et al., 2013a)

Uma alternativa para reduzir a resposta das proteínas de fase aguda provocado pelo transporte rodoviário é ministrar um agente anti-inflamatório. Como exemplo, o fornecimento de um suplemento com ácido linolênico para novilhos reduziu a resposta das proteínas de fase aguda e aumentou o desempenho durante o período de entrada no confinamento comparado com novilhos não suplementados (Cooke et al., 2011; Cappellozza et al., 2012). Outra alternativa inclui a administração de flunixin meglumine, uma droga anti-inflamatória não esteroide, quando bovinos são manejados para o transporte e chegada no confinamento. Deste modo, Merrill et al. (2007) reportaram que o flunixin meglumine administrado antes do transporte rodoviário alivia as reações inflamatórias provocadas pelo transporte em vacas de cortes gestantes. Baseado neste raciocínio, nós levantamos a hipótese que administração de flunixin meglumine antes do transporte e na entrada do confinamento, reduz a resposta das proteínas de fase aguda e aumenta o desempenho de bovinos durante o período de entrada no confinamento. Portanto, o objetivo deste experimento foi avaliar os efeitos da administração de flunixin meglumine na concentração circulante de cortisol, proteínas de fase aguda e desempenho durante o período de entrada do confinamento em bovinos transportados.

Quarenta e cinco novilhos Angus x Hereford foram ranqueados por peso corporal no d 0 e designados a 1 de 3 tratamentos: 1) transporte de 1280 km em um caminhão comercial e administração de flunixin meglumine (1.1 mg/kg de PC; i.v.) no embarque (d 0) e no desembarque (d 1; FM); 2) transporte de 1280 km em um caminhão comercial e administração de 0,9% de solução salina (0,022 mL/kg do PC; i.v.) no embarque (d 0) e no desembarque (d 1; TRANS); ou 3) não transporte e administração de 0,9% de solução salina (0,022 mL/kg do PC; i.v.) concomitantemente com embarque (d 0) e desembarque (d 1) do grupo FM e TRANS (CON). Após a chegada e processamento para os tratamentos no d 1, os novilhos foram ranqueados por PC dentro de cada tratamento e distribuídos em 15 baias de confinamento (5 baias/tratamento; 3 animais/baia). Os parâmetros de desempenho e amostras de sangue foram avaliados como em Marques et al. (2012; ver acima). O peso corporal vazio do d 0 a d 1 foi reduzido ($P < 0.01$) em CON vs. FM e TRANS, mas similar ($P = 0.94$) entre TRANS e FM (Tabela 2). O GPD médio foi maior ($P < 0.04$) no CON vs. FM e TRANS, mas similar ($P = 0.69$) entre TRANS e FM (Tabela 2). Não foi detectado efeito de tratamento na IMS, mas CON teve maior G:F vs. TRANS ($P = 0.08$) e FM ($P = 0.02$), no entanto G:F foi similar ($P = 0.68$) entre TRANS e FM (Tabela 2). A concentração plasmática média de cortisol tendeu ser maior ($P < 0.09$) no TRANS vs. FM e CON, mas foi similar ($P = 0.87$) entre CON e FM. Concentrações plasmáticas de ceruloplasmina foram superiores ($P < 0.03$) para TRANS vs. CON no d 1, 4 e 7, maiores ($P < 0.05$) para TRANS vs. FM no d 4 e 7, e maiores ($P < 0.04$) para FM vs. CON no d 1

e 4 (Figura 7). Concentrações plasmáticas de haptoglobina foram maiores ($P < 0.01$) para TRANS vs. CON e FM no d 1 e 4, e maiores ($P < 0.05$) para FM vs. CON no d 1 e 4 (Figura 7). Em conclusão, flunixin meglumine reduziu o cortisol e a resposta das proteínas de fase aguda estimuladas pelo transporte rodoviário, mas não aumentou o desempenho de bovinos no período de entrada no confinamento. Em conclusão, a administração de flunixin meglumine antes do transporte rodoviário e na chegada ao confinamento (1,1 mg/kg de PC/administração) preveniu o aumento na circulação de cortisol e reduziu a resposta das proteínas de fase aguda estimulada pelo transporte, mas não aumentou o desempenho no período de entrada no confinamento. Portanto, flunixin meglumine parece ser uma alternativa viável para reduzir a resposta neuroendócrina e proteínas de fase aguda durante a entrada no confinamento. Portanto, adicional pesquisa é garantia de melhor avaliação dos benefícios da administração de flunixin meglumine, incluindo dosagens maiores, na saúde e respostas produtivas de bovinos transportados.

Table 2. Desempenho na entrada do confinamento (d 28) do grupo TRANS, FM e COM.

Item	CON	FM	TRANS	<i>P-Value</i>
Perda de peso (d 0 ao 1), %	0.46 ^a	8.85 ^b	8.89 ^b	< 0.01
GPD, kg/d	1.18 ^a	0.99 ^b	1.02 ^b	0.04
IMS, kg/d				
Feno	4.88	4.86	4.95	0.94
Concentrado	2.21	2.22	2.21	0.98
Total	7.09	7.08	7.16	0.96
G:F, g/kg	171 ^a	146 ^b	149 ^{ab}	0.02

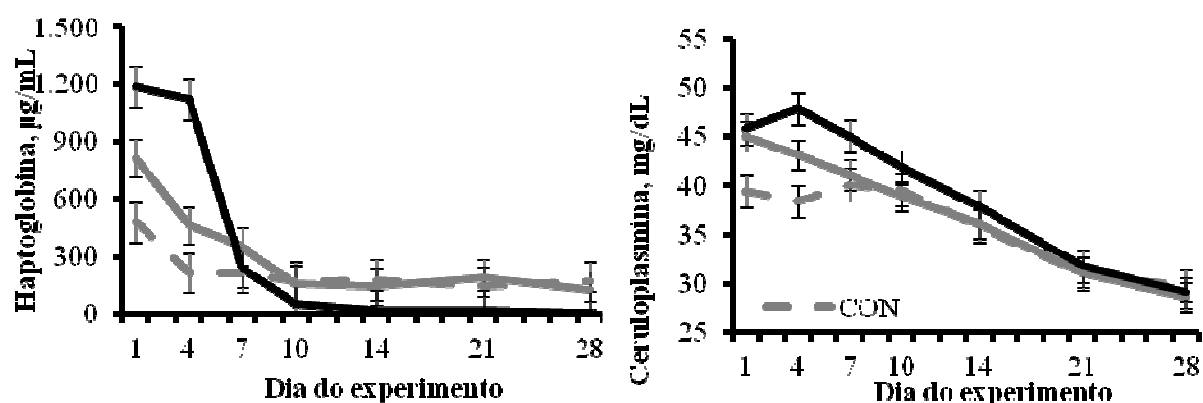


Figura 7. Concentrações circulantes de haptoglobina e ceruloplasmina de novilhos transportados 1280 km e administrados flunixin meglumine (FM) ou 0,9% de solução salina (TRANS) no embarque (d 0) e desembarque (d 1), ou novilhos não transporte e administrado 0,9% de solução salina (CON).

Paradas de descanso durante o transporte rodoviário: Impacto no desempenho e respostas das proteínas de fase aguda de bovinos (Cooke et al., 2013b)

Restrição de água e alimentos são os principais contribuintes para resposta da fase aguda e redução do desempenho durante o período de recebimento detectado em bovinos transportados (Marques et al., 2012). Portanto, alternativas para prevenir, ou pelo menos reduzir, períodos prolongados de restrição de água e alimentos durante o transporte, pode modular a resposta da fase aguda e desempenho durante o período de recebimento no confinamento. Uma possível alternativa seria a adoção de paradas de descanso durante o transporte para o consumo de água e alimentos, os quais são mandatórios durante transporte de 24 h ou mais em países como Canadá e Europeus (Tarrant and Grandin, 2000; Council Regulation N° 1/2005, 2005). No entanto, para o nosso conhecimento, nenhuma pesquisa comparou a resposta da fase aguda entre bovinos transportados por longas distancias e permitido, ou não, paradas para ingestão de água e alimentos. Além disso, paradas de descanso pode expor ainda mais os animais a estressores, incluindo manejo para o embarque e desembarque, conhecido por estimular uma resposta da fase aguda bovina (Carroll and Forsberg, 2007). Portanto, o objetivo deste experimento foi avaliar os efeitos das paradas de descanso durante o transporte rodoviário nas concentrações circulantes de cortisol, NEFA, proteínas de fase aguda e desempenho na entrada do confinamento de bovinos.

Novilhos (n = 42) e novilhas (n = 21) Angus × Hereford foram ranqueados por sexo e PC no d 0 do experimento e randomizados a 1 de 3 tratamentos: 1) sem transporte e livre acesso a água e alimentos (CON); 2) transporte rodoviário contínuo por 1.290 km (TRANS), ou 3) transporte rodoviário por 1.290 km, com paradas de descanso a cada 430 km (STOP; total de 2 paradas de descanso). Os tratamentos foram aplicados do d 0 a 1 do experimento. Os animais do grupo TRANS e STOP foram transportados separadamente em caminhões comerciais, dentro de um único compartimento de 2,1 x 7,2 m, mas transportados pela mesma rota. Durante cada parada de descanso, o grupo STOP foi desembarcado e oferecido feno de alfafa e água ad libitum por 2 h. Após a chegada do STOP e TRANS no d 1, os animais foram ranqueados por sexo e PC dentro de cada tratamento e distribuídos em 21 baias de confinamento (7 baias/tratamento; 2 novilhos e 1 novilha por baia). Parâmetros de desempenho e amostras de sangue foram avaliadas como em Marques et al. (2012; veja acima). Peso corporal vazio (shrink) do d 0 a d 1 foi menor ($P < 0,01$) no CON vs. TRANS, CON vs. STOP, e STOP vs. TRANS (Tabela 3). O GPD médio foi maior ($P < 0,05$) no CON vs. TRANS e STOP, mas similar ($P = 0,68$) entre TRANS e STOP (Tabela 3). Não foi detectado efeito de tratamento ($P \geq 0,18$) na IMS de feno, concentrado e total (Tabela 3). A G:F foi maior ($P = 0,05$) no CON vs. STOP, tendeu ser maior ($P = 0,08$) no CON vs. TRANS, e similar ($P = 0,85$) entre TRANS e STOP (Tabela 3). As concentrações plasmáticas de cortisol foram maiores ($P < 0,04$) no TRANS vs. CON e STOP no d 1, e maiores ($P = 0,04$) no TRANS vs. CON no d 4 (Figura 8). Concentrações séricas de NEFA foram maiores ($P < 0,01$) no TRANS vs. CON e STOP no d 1, e maiores

($P \leq 0.05$) no TRANS vs. CON no d 4 e 7 (Figura 8). As concentrações plasmáticas médias de ceruloplasmina foram similares ($P = 0,19$) entre os tratamentos. As concentrações plasmáticas de haptoglobina foram maiores ($P < 0.04$) no TRANS vs. CON e STOP no d 1, e STOP vs. CON no d 1 (Figura 8). Em conclusão, inclusão de paradas de descanso durante 1.290 km de transporte preveniu o aumento na circulação de cortisol e aliviou a resposta do NEFA e haptoglobina estimulada pelo transporte, mas não aumentou o desempenho durante o período de recebimento no confinamento de bovinos transportados.

Table 3. Desempenho durante entrada no confinamento (28 d) do grupo TRANS, STOP, e CON.

Item	CON	STOP	TRANS	<i>P-Value</i>
Perda de peso (d 0 ao 1), %	-1.25 ^a	5.82 ^b	10.17 ^c	< 0.01
GPD, kg/d	1.28 ^a	1.09 ^b	1.13 ^b	0.05
IMS, kg/d				
FENO	5.17	4.95	5.17	0.21
Concentrado	2.30	2.27	2.30	0.26
Total	7.48	7.21	7.47	0.18
G:F, g/kg	533 ^a	465 ^b	471 ^{ab}	0.10

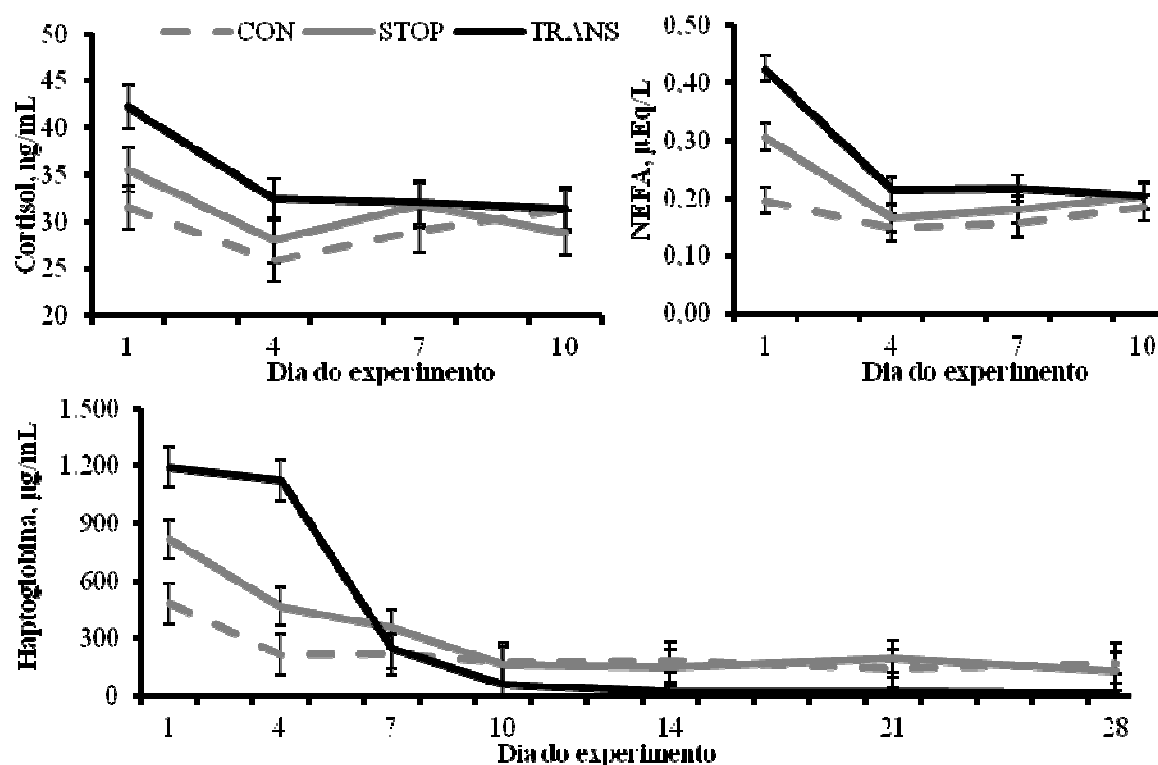


Figura 8. Concentrações de cortisol, NEFA, e haptoglobina dos animais TRANS, STOP, e CON.

Conclusões

Com os dados aqui apresentados, concluímos que dentro de todos os fatores de estresse que animais transportados são expostos, temperamento animal e restrição alimentar e hídrica são fatores que estimulam significativamente a resposta de fase aguda em bovinos confinados. Consequentemente, estratégias de manejo que atenuem esses fatores, seja minimizar tempo de restrição nutricional ou seleção por temperamento, favorecem parâmetros sanitários e produtivos durante o confinamento. Nossos dados mostram que o uso de flunixin meglumine e paradas para descanso durante o transporte efetivamente reduzem a resposta de fase aguda após o recebimento no confinamento. Apesar dessas opções de manejo não impactarem positivamente parâmetros produtivos (GPD, eficiência alimentar), elas parecem ser vantajosas, sendo que mais estudos serão realizados para investigar mais a fundo e elaborar estratégias definitivas para maximizar produtividade e saúde de animais transportados.

Referências

- Araujo, D. B., R. F. Cooke, G. R. Hansen, C. R. Staples, and J. D. Arthington. 2010. Effects of rumen-protected polyunsaturated fatty acid supplementation on performance and physiological responses of growing cattle following transportation and feedlot entry. *J. Anim. Sci.* 88: 4120-4132.
- Cappellozza, B. I., R. F. Cooke, D. W. Bohnert, G. Cherian, and J. A. Carroll. 2012. Effects of camelina meal supplementation on ruminal forage degradability, performance, and physiological responses of beef cattle. *J. Anim. Sci.* 90:4042-4054.
- Carroll, J. A., and N. E. Forsberg. 2007. Influence of stress and nutrition on cattle immunity. *Vet. Clin. Food. Anim.* 23:105-149.
- Cooke, R. F., and D. W. Bohnert. 2011. Bovine acute-phase response following corticotrophin-release hormone challenge. *J. Anim. Sci.* 89:252-257
- Cooke, R. F., B. I. Cappellozza, T. A. Guarnieri Filho, and D. W. Bohnert. 2013a. Effects of flunixin meglumine administration on acute-phase and performance responses of transported feeder cattle. *J. Anim. Sci.* (In review) E-2013-6336.
- Cooke, R. F., D. W. Bohnert, P. Moriel, B. W. Hess, and R. R. Mills. 2011. Effects of polyunsaturated fatty acid supplementation on forage digestibility, performance, and physiological responses of feeder cattle. *J. Anim. Sci.* 89:3677-3689.
- Cooke, R. F., J. D. Arthington, B. R. Austin, and J. V. Yelich. 2009a. Effects of acclimation to handling on performance, reproductive, and physiological responses of Brahman-crossbred heifers. *J. Anim. Sci.* 87:3403-3412.

- Cooke, R. F., T. A. Guarnieri Filho, B. I. Cappellozza, and D. W. Bohnert. 2013b. Rest stops during road transport: Impacts on performance and acute-phase protein responses of feeder cattle. *J. Anim. Sci.* (In review) E-2013-6357.
- Elenkov, I. J., R. L. Wilder, G. P. Chrousos, and E. S. Vizi. 2000. The sympathetic nerve - An integrative interface between two supersystems: the brain and the immune system. *Pharmacol. Rev.* 52:595–638.
- Ellis, J. A. 2001. The immunology of the bovine respiratory disease complex. *Vet. Clin. Food Anim.* 17:535–549.
- Francisco, C. L., R. F. Cooke, R. S. Marques, R. R. Mills, and D. W. Bohnert. 2012. Effects of temperament and acclimation to handling on feedlot performance of *Bos taurus* feeder cattle originated from a rangeland-based cow-calf system. *J. Anim. Sci.* 90:5067–5077.
- Glaser, R., and J. K. Kiecolt-Glaser. 2005. Stress-induced immune dysfunction: implications for health. *Nat. Rev. Immunol.* 5:243-251.
- Griffin, D. 1997. Economic impact associated with respiratory disease in beef cattle. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 3:367–377.
- Johnson, B. J., N. Halstead, M. E. White, M. R. Hathaway, and W. R. Dayton. 1998. Activation state of muscle satellite cells isolated from steers implanted with a combined trenbolone acetate and estradiol implant. *J. Anim. Sci.* 76:2779–2786.
- Johnson, R. W. 1997. Inhibition of growth by pro-inflammatory cytokines: an integrated view. *J. Anim. Sci.* 75:1244-1255
- Klasing, K. C., and D. R. Korver. 1997. Leukocytic cytokines regulate growth rate and composition following activation of the immune system. *J. Anim. Sci.* 75:58-67.
- Loerch, S. C., and F. L. Fluharty. 1999. Physiological changes and digestive capabilities of newly received feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 77:1113-1119.
- Marques, R. S., R. F. Cooke, C. L. Francisco, and D. W. Bohnert. 2012. Effects of 24-h transport or 24-h feed and water deprivation on physiologic and performance responses of feeder cattle. *J. Anim. Sci.* 90:5040–5046.
- Merrill, M. L., R. P. Ansotegui, P. D. Burns, M. D. MacNeil, and T. W. Geary. 2007. Effects of flunixin meglumine and transportation on establishment of pregnancy in beef cows. *J. Anim. Sci.* 85:1547–1554.
- Moberg, G. P. 2000. Biological response to stress: Implications for animal welfare. In: G. P. Moberg and J. A. Mench (ed.) *The Biology of Animal Stress: Basic Principles and Implications for Animal Welfare*. pp 1–21. CAB International, Oxon, UK.

- NASS. 2006. National Agricultural Statistics Service, Agricultural Statistics Board, USDA, Washington, DC.
- Nelson, D. L., and M. M. Cox. 2005. Lehninger principles of biochemistry, 4th edition. W. H. Freeman and Company. New York, NY.
- Pacak, K., and M. Palkovits. 2001. Stressor specificity of central neuroendocrine responses: implications for stress-related disorders. *Endocr. Rev.* 22:502–548.
- Sapolsky, R.M., L. M. Romero, A. U. Munck. 2000. How do glucocorticoids influence stress responses? Integrating permissive, suppressive, stimulatory, and preparative actions. *Endocr. Rev.* 21:55-89.
- Selye, H. 1973. The evolution of the stress concept. *Am. Sci.* 61:692–699.