

INFLUÊNCIA DO TEMPERAMENTO NO DESEMPENHO DE GADO DE CORTE

Reinaldo F. Cooke¹ e John D. Arthington

Range Cattle Research and Education Center

University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences

¹Assistant Professor, Oregon State University, Eastern Oregon Agricultural Research Center, Burns, OR, EUA.

E-mail: reinaldo.cooke@oregonstate.edu

AVALIAÇÃO DO TEMPERAMENTO DO GADO DE CORTE

Por quase um século, a palavra temperamento tem sido usada para definir as respostas comportamentais do gado quando este é exposto ao convívio com humanos (Pott, 1918; Fordyce et al., 1988). À medida que o temperamento do gado piora sua resposta ao contato com humanos ou qualquer outro procedimento de manejo se torna mais agitada e/ou mais agressiva. Na bovinocultura de corte alguns criadores selecionam seus animais pelo temperamento, principalmente por motivo de segurança, embora as implicações produtivas e econômicas dessa característica ainda não estejam bem estabelecidas (Voisinet et al., 1997a).

O temperamento do gado pode ser avaliado através de diversas técnicas. Burrow and Corbet (2000) descreveram e categorizaram essas técnicas com ou sem contenção. Dentre as técnicas sem contenção, o temperamento do gado pode ser avaliado segundo manifestação de medo ou resposta agressiva a uma pessoa quando os animais estão livres para se movimentarem dentro de uma área de avaliação. Exemplos dessas técnicas incluem velocidade de saída do tronco e o escore de movimentação. A velocidade de saída avalia a rapidez de cada animal assim que ele sai do tronco, através da mensuração do tempo necessário para o animal percorrer uma distância pré-determinada. O escore de movimentação avalia a resposta comportamental do animal quando ele entra em um curral pequeno e interage com uma pessoa de pé dentro do curral; normalmente em uma escala de 1 a 5, o escore de movimentação aumenta à medida que a resposta do animal se torna mais agressiva em relação à pessoa. As técnicas de contenção avaliam o comportamento dos animais quando submetidos à contenção física, como a contenção dentro de um tronco (Burrow and Corbet, 2000). O principal problema com essa técnica é que o gado com comportamento mais excitável pode ficar “paralisado” quando tem seus movimentos restritos e conseqüentemente não expressar o comportamento real durante essas avaliações (Burrow and Corbet, 2000). Os animais são individualmente contidos no tronco e recebem um escore de 1 a 5, ou outra escala, de acordo com seu comportamento, onde o escore do tronco aumenta à medida que o animal agita o tronco ou se debate mais para escapar (Voisinet et al., 1997a; Arthington et al., 2008). Outros métodos para avaliar o comportamento do gado já foram relatados, tais como a avaliação das respostas comportamentais de pequenos grupos de animais confinados em um curral (Hammond et al., 1996), avaliação do escore do tronco sem restringir os movimentos dos animais (Curley et al., 2006), avaliação da quantidade de força humana necessária para mover o animal para dentro do brete e também estimativas da velocidade do animal quando ele entra no brete (Baszczak et al., 2006). No entanto, os primeiros três métodos relatados aqui (escore do tronco, escore de movimentação e velocidade de saída) apresentam boa repetibilidade entre os animais (Boivin et al., 1992; Grandin, 1993; Curley et al., 2006), são confiáveis para quantificar o temperamento do gado e são relativamente simples de executar durante os procedimentos normais de manejo.

O temperamento do gado é influenciado por vários fatores como sexo, idade e presença ou ausência de chifres (Fordyce et al., 1988; Voisinet et al., 1997a), mas nenhuma dessas características influencia tanto o

comportamento quanto a raça dos animais. Vários estudos mostram que gado com alta influência zebuína tem temperamento mais excitável quando comparado a gado taurino. Hearnshaw and Morris (1984) avaliaram respostas comportamentais semelhantes ao método do escore do tronco de bezerros filhos de touros *B. indicus* (Brahman, Braford e Africander) ou de *B. taurus* (Hereford, Simental e Holandês), e relataram que a média do escore de temperamento dos bezerros com sangue zebu foi superior à daqueles com sangue europeu (1,96 vs. 1,05, respectivamente). Adicionalmente, os bezerros filhos de touros Brahman tiveram escores mais altos do que os filhos de touros Braford ou Africander (1,95, 1,38 e 1,25, respectivamente), enquanto escores de temperamento parecidos foram observados entre as raças de *B. taurus*. Fordyce et al. (1988) relataram que garrotes e vacas adultas não lactantes Brahman × Shorthorn (50:50 de composição de raças) foram mais temperamentais do que os Shorthorn. Voisinet et al. (1997a) relataram que garrotes e novilhas com sangue Brahman (Braford, Red Brangus e Simbrah) apresentaram escores de temperamento maiores quando comparados a animais Angus ou cruza-Angus (3,46 vs. 1,80 em uma escala de 5 pontos, respectivamente). Esses dados indicam que o gado com sangue Zebu (ou *Bos indicus*) é potencialmente mais difícil de controlar e manejar, o que pode resultar em problemas de manejo mais sérios para os produtores principalmente nas fazendas de criação extensiva nas quais os animais têm pouco contato com humanos, como por exemplo, fazendas de cria comuns em regiões tropicais e subtropicais.

ESTRESSE E TEMPERAMENTO EXCITÁVEL

O estresse pode ser caracterizado como uma resposta do animal a fatores que podem influenciar sua homeostase (Moberg, 2000); animais incapazes de lidar com esses fatores são classificados como estressados ou em sofrimento (Dobson and Smith, 2000; Moberg, 2000). Baseando-se nesse conceito, as respostas agitadas ou agressivas expressadas pelo gado com temperamento excitável quando exposto à interação com humanos e outros procedimentos de manejo, podem ser atribuídas à sua incapacidade de lidar com essas situações e são classificadas, portanto, como estresse. Além de alterações no comportamento, esses animais também podem apresentar mudanças em seus sistemas neuroendócrino e nervoso (Moberg, 2000). A resposta neuroendócrina ao estresse é mediada principalmente pelo eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (Dobson and Smith, 2000) e os hormônios produzidos por esse eixo influenciam vários aspectos dos animais, como crescimento, resposta imunológica e função reprodutiva (Fell et al., 1999; Dobson et al., 2001).

O EIXO HIPOÁLAMO-HIPÓFISE-ADRENAL

A resposta neuroendócrina ao estresse começa quando o sistema nervoso dos animais, incluindo bovinos, percebe uma ameaça à homeostase e ativa a secreção do hormônio liberador de corticotrofina (CRH) por células neurosecretoras do hipotálamo para a circulação porta-hipofisária (Matteri et al., 2000; Smagin et al., 2001). O sistema nervoso simpático também é estimulado pelo estresse, estimulando ainda mais a secreção de CRH pelo hipotálamo e culminando com a síntese de catecolaminas pelas adrenais (O'Connor et al., 2000). Na neuro-hipófise, o CRH estimula a liberação de vasopressina (VP) e depois age sinergicamente com ela para estimular a síntese de hormônio adrenocorticotrópico (ACTH) pelas células basófilas da adeno-hipófise (Minton et al., 1994; O'Connor et al., 2000). A secreção do ACTH através do estímulo do CRH também é potencializada pela presença de citocinas e outros mediadores inflamatórios produzidos durante períodos de infecção ou inflamação (Carroll and Forsberg, 2007). A liberação de ACTH para a circulação periférica ocorre de maneira pulsátil em um ritmo circadiano e estimula a esteroidogênese nas adrenais (O'Connor et al., 2000; Stewart, 2003). A secreção de ACTH e conseqüentemente a esteroidogênese nas adrenais são maiores no período da manhã, diminuem ao longo do dia e alcançam níveis menores à noite (Thun et al., 1981; Arthington et al., 1997). As adrenais contêm duas regiões distintas: córtex e medula. Três tipos de

hormônios esteróides são produzidos pelo córtex: os glicocorticóides como o cortisol, os mineralocorticóides como a aldosterona e os esteróides sexuais como os andrógenos e a progesterona (P4) (Brown, 1994). O córtex adrenal sintetiza esses hormônios esteróides a partir do colesterol principalmente em resposta ao ACTH, embora pesquisas também tenham demonstrado que formas circulantes de CRH e VP também regulam a síntese de cortisol (Carroll et al., 1996). A medula, ao contrário, não é regulada pelo ACTH; ela sintetiza catecolaminas (principalmente adrenalina e noradrenalina) diretamente em resposta a estímulos ao sistema nervoso simpático (Carroll and Forsberg, 2007).

Os mineralocorticóides, mais especificamente a aldosterona, são necessários para a manutenção de um equilíbrio mineral adequado no organismo (Brown, 1994). Os glicocorticóides e as catecolaminas induzem vários efeitos biológicos no organismo de animais estressados para preparar e assegurar as respostas comportamentais ao estresse, mais conhecidas como resposta de “luta ou fuga”. As catecolaminas são liberadas rapidamente da medula adrenal quando os animais são expostos a fatores de estresse devido à natureza de seu estímulo nervoso. Em questão de segundos, a adrenalina aumenta a frequência cardíaca e o fluxo de oxigênio para os tecidos, enquanto a noradrenalina induz principalmente a vasoconstrição para aumentar a pressão sanguínea (Brown, 1994; Carroll and Forsberg, 2007). A adrenalina também estimula a quebra de glicogênio muscular e hepático em glicose e estimula a mobilização de ácidos graxos das reservas adiposas através do aumento da atividade enzimática nesses tecidos (Nelson and Cox, 2005). Ambas as catecolaminas regulam tanto a secreção de CRH e ACTH quanto de cortisol; por sua vez, a síntese das catecolaminas é facilitada pelo cortisol (Plotsky et al., 1989; Carroll and Forsberg, 2007). O cortisol também degrada as reservas nos tecidos hepático, muscular e adiposo para aumentar a disponibilidade de energia para o animal. No entanto, o cortisol modula a síntese de enzimas em vez de sua atividade; sendo assim, as células alvo sofrem um impacto crônico (Nelson and Cox, 2005). Além da mobilização de ácidos graxos, o cortisol estimula a quebra de proteínas nos músculos e potencializa a mobilização dos aminoácidos resultantes para o fígado onde eles servem como substrato para gliconeogênese (Carroll and Forsberg, 2007). Adicionalmente, mostrou-se que o cortisol suprime a resposta imune através da diminuição na síntese de citocinas. Esse processo é necessário para a prevenção de doenças auto-imunes; entretanto, se as concentrações de cortisol ficam elevadas de maneira crônica como em períodos de estresse prolongado, ele pode levar à imunossupressão (Kelley, 1988).

Como mencionado anteriormente, o córtex adrenal é capaz de produzir hormônios sexuais, já que eles são subprodutos ou intermediários da síntese de mineralocorticóides e de glicocorticóides. Segundo Stewart (2003), o primeiro passo da esteroidogênese na adrenal é a captação do colesterol pela mitocôndria das células corticais, e esse processo é mediado pela proteína esteroidogênica regulatória aguda. Na mitocôndria, o colesterol é convertido a pregnolona pela enzima colesterol desmolase. A pregnolona pode ser convertida a P4 pela enzima β -hidroxiesteróide desidrogenase ou a 17-hidroxipregmolona pela 17 α -hidroxilase. Tanto a P4 quanto a 17-hidroxipregmolona podem ser convertidas a 17-hidroxiprogesterona e direcionadas para a síntese de cortisol ou de androstenediona, enquanto a P4 só pode ser direcionada para a síntese de aldosterona. Nos tecidos, a androstenediona pode ser convertida em estradiol pelas enzimas aromatase e 17 β -hidroxiesteróide (Bulun and Adashi, 2003). Sendo assim, uma secreção elevada de ACTH pode estimular o acúmulo e a secreção de esteróides sexuais pela adrenal juntamente com o aumento na síntese de glicocorticóides e mineralocorticóides, e esse processo pode influenciar as funções reprodutivas dos animais em condições de estresse.

RESPOSTAS FISIOLÓGICAS EM BOVINOS DE TEMPERAMENTO EXCITÁVEL

Vários estudos foram conduzidos para avaliar os efeitos do temperamento excitável sobre as respostas fisiológicas de animais de produção, mais especificamente dentro de eixo hipotálamo-hipófise-adrenal. Stahringer et al. (1990) relataram que os escores de temperamento de novilhas Brahman tinham correlação

positiva com as concentrações médias de cortisol ($r = 0.65$). Hammond et al. (1996) relataram que novilhas Brahman apresentavam escores de temperamento (escala de 1 a 5) e concentrações plasmáticas de cortisol mais altos quando comparadas com novilhas Angus durante o verão (3,0 vs. 2,0 para escores de temperamento e 39,4 vs. 28,4 ng/mL para cortisol) e o outono (2,5 vs. 2,2 para escores de temperamento e 36,9 vs. 18,7 ng/mL para cortisol). Fell et al. (1999) relataram que as concentrações plasmáticas de cortisol eram maiores em garrotes classificados como nervosos quando comparados com aqueles classificados como calmos antes da desmama (156,5 vs. 95,1 nmol/L), após a desmama (127,8 vs. 84,3 nmol/L) e na entrada no confinamento após transporte em caminhão por 350 km (397,8 vs. 229,7 nmol/L). Curley et al. (2006) coletaram amostras de sangue e avaliaram o escore de movimentação, velocidade de saída e escore do tronco de 66 tourinhos Brahman de um ano em três ocasiões diferentes (com intervalo de 60 dias) e relataram que apenas o escore de movimentação e a velocidade de saída estavam positivamente correlacionados com as concentrações plasmáticas de cortisol ($r \geq 0,25$ e $0,26$, respectivamente). Curley et al. (2008) estratificaram novilhas Brahman segundo a velocidade de saída e classificaram as mais rápidas como temperamentais (velocidade média de saída = 3,14 m/s) e as mais lentas como calmas (velocidade média de saída = 1,05 m/s). Os autores administraram CRH bovino a novilhas de ambos os grupos, coletaram amostras de sangue a cada 15 minutos de 6 horas antes até 6 horas após o desafio e relataram que as novilhas temperamentais apresentaram concentrações plasmáticas de ACTH e cortisol mais altas antes e após o desafio com CRH quando comparadas com as novilhas calmas. Os mesmos autores administraram ACTH às mesmas novilhas 14 dias após o desafio com o CRH, coletaram amostras de sangue em um protocolo semelhante e relataram concentrações séricas de cortisol mais elevadas nos animais temperamentais antes e até 2 horas após o desafio com ACTH. Esses dados sugerem que o gado com temperamento mais excitável apresenta a função do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal mais estimulada quando exposto a humanos e procedimentos de manejo, resultando em aumento na produção e nas concentrações circulantes de cortisol. Esse é um dos motivos pelos quais o cortisol é frequentemente considerado um dos hormônios mais importantes na resposta fisiológica ao estresse (Sapolsky et al., 2000).

Os efeitos do temperamento excitável sobre a síntese de esteróides sexuais pela adrenal foram pouco estudados até hoje. Mesmo assim, vários estudos relataram que fatores de estresse como a contenção no tronco, o calor e o desafio com ACTH estimulam a síntese de P4 pela adrenal. Roman-Ponce et al. (1981) relataram que vacas leiteiras em produção com restrição de acesso à sombra durante o verão na Flórida apresentaram concentrações mais elevadas de P4 durante o ciclo estral além de maior concentração plasmática média de cortisol quando comparadas com vacas com livre acesso à sombra. Hollenstein et al. (2005) contiveram em um tronco, presas ou não (controle), por 2 horas, vacas pardo suíças ovariectomizadas e relataram que as vacas presas apresentaram concentração média de cortisol mais alta (33,8 vs. 3,9 ng/mL, respectivamente) e concentração média de P4 também mais alta (1,2 vs. 0,3 ng/mL, respectivamente) quando comparadas com as vacas controle durante o período de contenção. De maneira semelhante, Thun et al. (1998) relataram que vacas pardo suíças em estro apresentaram elevações consistentes nas concentrações plasmáticas de P4 e cortisol durante a contenção no tronco por um período de 8 horas, enquanto os efeitos da contenção sobre as concentrações plasmáticas de adrenalina e noradrenalina foram inconsistentes, indicando que as concentrações plasmáticas de cortisol podem ser um indicador de estresse mais confiável para bovinos do que as catecolaminas. Yoshida and Nakao (2006) relataram que a administração de ACTH em vacas holandesas ovariectomizadas em 4 doses diferentes (3, 6, 12 e 25 UI) aumentou linearmente as concentrações plasmáticas de P4 e cortisol dentro de um período de 6 horas após o desafio, e houve correlação positiva ($r = 0,70$) entre o pico das concentrações de P4 e de cortisol em todos os tratamentos. Uma pesquisa conduzida por Willard et al. (2005) relatou que a administração de ACTH (1,0 IU por kg de peso) para novilhas Brahman prenhes resultou em um aumento de 1,5 vezes a concentração plasmática de P4 15 minutos após o desafio, enquanto as concentrações de P4 permaneceram constantes nas novilhas que receberam solução salina. Já outros estudos indicaram que a administração de ACTH pode reduzir as concentrações de P4 circulantes de bovinos por prejudicar a função do corpo lúteo. Da Rosa and Wagner (1981) relataram que novilhas que receberam doses diárias de ACTH tinham concentrações plasmáticas de P4

superiores nos dias 3 e 4 após a detecção do estro, concentrações de P4 reduzidas durante o meio do ciclo (dias 8 a 19 após a detecção do estro) e concentrações plasmáticas de corticóides mais altas ao longo do ciclo estral quando comparadas com vacas que receberam solução salina. Da Rosa and Wagner (1981) também relataram que a administração de corticóides a novilhas adrenalectomizadas aumentou as concentrações plasmáticas de corticóides e reduziu as concentrações plasmáticas de P4 durante o ciclo estral comparado com a administração de ACTH ou solução salina. Resultados semelhantes foram relatados por Wagner et al. (1972), indicando que o desafio com ACTH aumentou as concentrações plasmáticas de P4 no início do ciclo estral quando o corpo lúteo não está totalmente funcional, pela estimulação da produção adrenal de P4, enquanto o cortisol elevado devido ao tratamento com ACTH diminuiu a função do corpo lúteo e conseqüentemente a síntese luteal de P4 durante o meio do ciclo estral. Concluindo, esforços de pesquisa indicam que a estimulação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal aumenta substancialmente a produção de P4 pela adrenal, mas diminui a síntese luteal de P4, e esses eventos podem impactar a função reprodutiva de bovinos.

O comportamento de medo em bovinos com temperamento excitável também pode desencadear a resposta de fase aguda, embora nenhuma pesquisa até hoje tenha associado os escores de temperamento diretamente com as concentrações circulantes de proteínas de fase aguda. A resposta de fase aguda é um componente do sistema imune inato e é estimulada pelas citocinas pró-inflamatórias IL-1, IL-6 e fator de necrose tumoral - α , que são secretados por macrófagos e outras células em resposta a estímulos internos e externos como infecções, inflamações e trauma (Murata et al., 2004; Petersen et al., 2004). Quando há uma estimulação, essas citocinas desencadeiam duas respostas agudas principais: aumento na temperatura do corpo (febre) e síntese hepática de proteínas de fase aguda (Carroll and Forsberg, 2007). O aumento na temperatura do corpo, regulado pelas citocinas pró-inflamatórias através da estimulação de prostaglandina E2 (PGE2), serve principalmente para acelerar os processos enzimáticos e celulares associados com a resposta imune, e também para diminuir as taxas de sobrevivência de patógenos (Carroll and Forsberg, 2007). No parênquima hepático, as citocinas pró-inflamatórias estimulam os hepatócitos a produzirem proteínas de fase aguda, tais como a ceruloplasmina e haptoglobina, que têm papéis importantes na proteção e reparo tecidual e restabelecimento da homeostase (Murata et al., 2004; Tizard, 2004; Carroll and Forsberg, 2007). Em bovinos, a resposta de fase aguda é estimulada por procedimentos de manejo estressantes tais como transporte, vacinação e desmama (Arthington et al., 2003; Arthington et al., 2005; Cooke et al., 2007c). Estudos recentes também indicaram que animais sujeitos a fatores físicos ou fisiológicos de estresse, tais como exposição a ambientes novos e contenção física, apresentam aumentos substanciais na síntese de IL-1 e IL-6 e sofrem, conseqüentemente, uma estimulação da resposta de fase aguda e do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (Turnbull and Rivier, 1999). Mais especificamente, a IL-1 pode atravessar a barreira hematoencefálica e estimular a secreção de CRH pelo hipotálamo; a IL-1 e a IL-6 são potentes estimuladores da síntese de ACTH pela hipófise e da produção de cortisol pelo córtex da adrenal. Por sua vez, o cortisol exerce um *feedback* negativo sobre a atividade das citocinas para prevenir inflamações desnecessárias, como mencionado anteriormente (Kelley, 1988; O'Connor et al., 2000; Carroll and Forsberg, 2007). Conseguiu-se estimular a síntese hepática de proteínas de fase aguda através da administração de glicocorticóides para vacas adultas, de ACTH para leitões (Yoshino et al., 1993; Burger et al., 1998), e *in vitro* pela adição de glicocorticóides a culturas de cortes de fígado bovino (Higuchi et al., 1994). Ou seja, bovinos com temperamento excitável quando expostos a humanos e procedimentos de manejo também podem apresentar elevações nas concentrações de proteínas de fase aguda devido a essa associação entre o eixo hipotálamo-hipófise-adrenal e a resposta de fase aguda.

TEMPERAMENTO E DESEMPENHO DO GADO DE CORTE

Avaliou-se o efeito do temperamento sobre o ganho de peso de bovinos em um confinamento. Burrow and Dillon (1997) detectaram uma associação negativa entre o ganho de peso diário, peso vivo final e peso da carcaça com a velocidade de saída de garrotes e novilhas Brahman \times Shorthorn. Voisin et al. (1997)

classificaram garrotes e novilhas *B. taurus* e *B. indicus* × *B. taurus* segundo o temperamento (escala de 1 a 5), e relataram que o gado *B. taurus* com o temperamento mais calmo (escore 1) apresentou aumento de 0,19 kg/dia no ganho de peso quando comparado com os de escores de temperamento mais altos (escore 3), enquanto os animais cruzados *B. indicus* com escores de temperamento mais altos (4 e 5) apresentaram redução de aproximadamente 0,10 kg/dia no ganho de peso quando comparados com os de escores de temperamento mais baixos (1 e 2). Fell et al. (1999) relataram ganho de peso mais alto (1,04 kg/dia) para garrotes Angus × Hereford com escores do tronco e velocidade de saída de moderados a baixos quando comparados com os de escore do tronco e velocidade de saída mais altos (1,46 kg/dia). Nkrumah et al. (2007) indicaram que a velocidade de saída do tronco de cruzas *B. Taurus* estava negativamente correlacionada com o ganho de peso ($r = -0,26$) e consumo de matéria seca ($r = -0,35$), mas não com a conversão alimentar ($r = 0,03$). De maneira semelhante, Brown et al. (2004) relataram que a velocidade de saída do tronco de touros Bonsmara apresentava correlação negativa com o ganho de peso ($r = -0,25$) e com o consumo de matéria seca ($r = -0,34$), mas não com a eficiência alimentar. Esses dados sugerem que o gado com temperamento mais excitável apresenta redução no desempenho quando comparado com aquele com bom temperamento, e que esse efeito pode ser atribuído a menor consumo de alimento pelos animais mais temperamentais. Adicionalmente, o gado com temperamento excitável também pode apresentar alterações no metabolismo e maior proporção de nutrientes sendo desviados para respostas fisiológicas e comportamentais aos fatores de estresse quando comparados com animais calmos, o que leva a uma redução maior ainda na disponibilidade de nutrientes para os requerimentos de manutenção e crescimento.

A síntese e liberação de hormônios e metabólitos no eixo hipotálamo-hipófise-adrenal e a resposta de fase aguda implicam na utilização de nutrientes (Carroll and Forsberg, 2007). Adicionalmente, corticóides, catecolaminas e citocinas pró-inflamatórias estimulam a degradação de tecido muscular e adiposo para liberar energia, além de aminoácidos que são direcionados para a gliconeogênese ou síntese de proteínas de fase aguda pelo fígado (Johnson et al., 1997; Nelson and Cox, 2005; Carroll and Forsberg, 2007), o que pode contribuir mais ainda para as menores taxas de crescimento no gado temperamental. Elevadas concentrações circulantes de glicocorticóides e de citocinas pró-inflamatórias também reduzem as concentrações de insulina e de fator de crescimento 1 (IGF-I) circulantes, talvez na tentativa de desviar nutrientes do crescimento para o controle de infecções e/ou inflamações e também para a resposta de “luta ou fuga”. Estudos mostraram que bovinos recebendo desafios com endotoxinas ou corticóides apresentaram redução na síntese hipofisária de hormônio de crescimento (GH) devido ao estímulo para a liberação de somatostatina pelo hipotálamo, além de uma redução no número de receptores teciduais para GH, causando prejuízos à síntese de IGF-I no fígado e em diversas outras partes do corpo (Elsasser et al., 1997; Maciel et al., 2001). Associando esses eventos fisiológicos com o desempenho animal, Fell et al. (1999) e Qiu et al. (2007) indicaram que as concentrações plasmáticas de cortisol e de proteínas de fase aguda, respectivamente, estavam negativamente correlacionadas com o ganho de peso em bovinos. Sendo assim, as respostas fisiológicas e comportamentais expressadas pelos animais temperamentais quando expostos a humanos ou a procedimentos de manejo podem agir como dreno de nutrientes e prejudicar os efeitos promotores de crescimento do IGF-I, resultando em desempenho pior quando comparado ao de bovinos com bom temperamento.

TEMPERAMENTO E REPRODUÇÃO EM BOVINOS DE CORTE

Estudaram-se os efeitos de vários tipos de fatores de estresse sobre a reprodução de bovinos devido à proximidade no controle endócrino entre os eixos de estresse e reprodução (hipotálamo-hipófise-adrenal vs. hipotálamo-hipófise-ovário, respectivamente). Além dos efeitos deletérios sobre o status nutricional e as concentrações circulantes de IGF-I, os hormônios e metabólitos associados com o estresse afetam diretamente o eixo hipotálamo-hipófise-ovários. Doenças e infecções (Dobson et al., 2001), estresse térmico (Hansen and

Arechiga, 1999) e até mesmo o transporte (Edwards et al., 1987; Harrington et al., 1995) foram implicados como causas de perda de desempenho reprodutivo em vacas. Plasse et al. (1970) classificaram novilhas Brahman de 2 anos de idade segundo temperamento (1 = calmo, 2 = moderado e 3 = nervoso) e desempenho reprodutivo (novilhas com mau desempenho reprodutivo receberam os escores mais altos) e relataram que havia uma correlação positiva entre os dois ($r = 0,40$); embora o escore de temperamento apresentasse correlação negativa com a duração do estro ($r = -0,33$). Os autores sugeriram que levar em consideração o temperamento nos programas de seleção pode ter influência positiva sobre a eficiência reprodutiva do rebanho. Mesmo assim, os efeitos prejudiciais do temperamento excitável sobre a função e o desempenho reprodutivo de bovinos ainda precisam ser mais bem estudados.

No hipotálamo, concentrações elevadas de CRH parecem inibir a secreção do hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) pelas células neurosecretoras de mamíferos (Moberg et al., 1991). Esses eventos foram posteriormente verificados em animais de produção por Battaglia et al. (1998). Esses autores avaliaram as concentrações plasmáticas de CRH, vasopressina e GnRH no sistema porta-hipofisário de ovelhas que receberam injeções de endotoxina ou solução salina; eles relataram que o desafio de endotoxinas estimulou intensamente a secreção de CRH e de vasopressina e suprimiu a secreção de GnRH no sistema porta-hipofisário. Adicionalmente, os autores relataram diminuição na secreção pulsátil de hormônio luteinizante (LH) nas ovelhas que receberam endotoxina, em consequência da supressão da secreção de GnRH. Outros estudos relataram que o ACTH e o cortisol podem diminuir a síntese de LH pela hipófise mesmo quando a secreção de GnRH está adequada. Li and Wagner (1983) relataram que novilhas intactas recebendo ACTH de forma contínua, ou novilhas adrenalectomizadas recebendo glicocorticóides, apresentaram diminuição na secreção de LH após desafio com GnRH quando comparadas com novilhas que receberam solução salina. Os mesmos autores relataram que culturas de células hipofisárias *in vitro* que receberam adição de glicocorticóides apresentaram diminuição na secreção basal, ou estimulada pelo GnRH, de LH quando comparadas a culturas que não continham glicocorticóides; eles atribuíram esses resultados aos efeitos deletérios dos glicocorticóides sobre os mecanismos celulares necessários para a síntese adequada e liberação de LH. Dobson et al. (2000) relataram que a administração diária de ACTH a novilhas de corte e de leite, começando no dia 15 do ciclo estral, aumentou o cortisol plasmático e interrompeu a secreção pulsátil de LH, resultando na redução das concentrações de estradiol, atraso no pico de LH e consequentemente atraso ou falha na ovulação.

Os efeitos negativos dos hormônios de estresse sobre a síntese folicular de estradiol estão associados a prejuízos na pulsatilidade do LH e ao consequente atraso no crescimento folicular, e podem comprometer ainda mais a sinalização do estradiol no hipotálamo-hipófise para o início do estro, pico de LH e ovulação (Smith and Dobson, 2002). Hein and Allrich (1992) administraram ACTH ou não a novilhas leiteiras 30 horas após a regressão do corpo lúteo pelo tratamento com prostaglandina $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$) e relataram que as novilhas tratadas com ACTH apresentaram atraso no pico de estradiol, atraso no início do estro (63 vs. 44 horas, respectivamente), e maiores concentrações séricas de cortisol (91,0 vs. 23,5 ng/mL, respectivamente) e de P4 (4,1 vs. 1,0 ng/mL, respectivamente) no pico quando comparadas com as novilhas não tratadas. Os autores sugeriram que as elevadas concentrações de P4 provavelmente se originam do atraso da adrenal em fazer a sinalização endócrina para o início do estro e da ovulação. Os mesmos autores administraram ACTH ou não a vacas leiteiras ovariectomizadas 10 horas após o tratamento com benzoato de estradiol para induzir o estro, e relataram que as vacas tratadas com ACTH apresentaram menos estros (16% vs. 91% das vacas exibindo estro), redução nas concentrações de pico de estradiol (36,9 vs. 47,5 pg/mL) e aumento nas concentrações séricas de cortisol (80,5 vs. 43,4 ng/mL) e P4 (3,0 vs. 0,7 ng/mL) no pico, indicando que os hormônios de estresse também podem influenciar a sensibilidade do cérebro a estrógenos (Battaglia et al. 1999).

Finalmente, os glicocorticóides estão bastante envolvidos no parto. O feto produz uma quantidade significativa de cortisol quando o espaço uterino se torna limitado, estimulando a conversão de P4 materno circulante em estradiol e também a síntese de $PGF_{2\alpha}$ pela placenta, o que desencadeia uma cascata de eventos

que conduz ao fim da gestação (Senger, 2003). Sendo assim, níveis elevados de glicocorticóides durante a gestação pode causar abortos em bovinos. A administração de glicocorticóides exógenos a vacas de corte em final de gestação levou ao término da prenhez principalmente por reduzir a síntese adrenal e placentária de P4 (Johnson et al. 1981). Giri et al. (1990) relataram que vacas de leite e de corte em diferentes estágios de gestação (primeiro, segundo e terceiro trimestres) que receberam desafio com endotoxina por período de 6 horas apresentaram aumentos significativos nas concentrações plasmáticas de cortisol e $\text{PGF}_{2\alpha}$, resultando em taxa de aborto de 55% no período de 96 horas após o desafio. Enfocando na perda embrionária precoce, Geary et al. (2005) relataram que o manejo de novilhas de corte, e não vacas, no curral 13 dias após a IA foi prejudicial para as taxas de gestação; eles atribuíram esses resultados aos efeitos prejudiciais do estresse do manejo sobre a manutenção do início da gestação. Merrill et al. (2003) relataram que vacas de corte transportadas em carreta por 4 horas e temperatura do ar moderada, 14 dias após a IA, apresentaram concentrações plasmáticas de cortisol mais altas imediatamente após o transporte (29 vs. 18 ng/mL, respectivamente), além de redução numérica nas taxas de gestação após a IA (69 vs. 76 %, respectivamente) quando comparadas com vacas que não haviam sido transportadas. Adicionalmente, o gado exposto a estresse térmico apresenta aumento na incidência de perda embrionária precoce; esse efeito pode ser atribuído às temperaturas elevadas às quais o conceito é exposto e/ou às respostas neuroendócrinas da mãe ao estresse térmico (Hansen and Arechiga, 1999). Mesmo assim, mais pesquisas são necessárias para avaliar os efeitos das respostas ao estresse sobre a manutenção da prenhez em bovinos, principalmente porque os mecanismos pelos quais o aumento no estresse, no cortisol ou em ambos pode afetar a $\text{PGF}_{2\alpha}$ ou desencadear a perda da gestação ainda precisam ser determinados (Merrill et al. 2007). Concluindo, o temperamento excitável pode afetar negativamente o início da puberdade, a fertilidade e a manutenção da gestação de bovinos por prejudicar a síntese e a secreção de hormônios associados com a função reprodutiva, tais como GnRH, gonadotropinas e esteróides.

ACLIMATAÇÃO DO GADO

Uma alternativa para atenuar os efeitos prejudiciais do temperamento excitável sobre as características reprodutivas de bovinos é adaptá-los aos procedimentos de manejo e ao contato com humanos. No entanto, poucas pesquisas foram conduzidas sobre esse assunto. Fordyce et al. (1987) indicaram que garrotes cruza Brahman expostos freqüentemente a procedimentos de manejo apresentaram temperamento mais calmo quando comparados com os que não tinham experiência com o manejo. Crookshank et al. (1979) relataram que as concentrações séricas de cortisol diminuíram de maneira significativa em bezerros (transportados ou não) que foram manejados e sangrados várias vezes em vez de uma única vez em um período de 16 dias após o transporte, indicando que os animais ficaram mais acostumados e conseqüentemente menos excitados durante os procedimentos de manejo. Andrade et al. (2001) sujeitaram vacas zebuínas a um processo de aclimação consistindo da contenção desses animais em um tronco por 10 minutos duas vezes por semana durante um período de 19 dias, e relataram que as concentrações plasmáticas de cortisol diminuíram do dia 1 ao 19 (3,92 vs. 0,99 ng/mL, respectivamente), indicando que as vacas ficaram acostumadas com a contenção no tronco. Curley et al. (2006) avaliaram a velocidade de saída e as concentrações de cortisol de tourinhos Brahman de um ano em três ocasiões diferentes (dias 0, 60 e 120), e relataram que a média da velocidade de saída e as concentrações plasmáticas de cortisol diminuíram do dia 0 até o dia 120, indicando que o gado ficou mais acostumado com humanos ao longo do período de coleta dos dados, refletido tanto pelo temperamento quanto pelas mensurações endócrinas. Echternkamp (1984) comparou as concentrações plasmáticas de cortisol, LH e P4 de vacas Hereford ovariectomizadas e aclimatadas com a contenção física para coleta de sangue com as que não haviam sido aclimatadas. Ele relatou que as vacas aclimatadas apresentaram concentrações médias de cortisol mais baixas (5,7 vs. 66,1 ng/mL) e concentrações (8,1 vs. 4,1 ng/mL) e pulsatilidade (4,3 vs. 1,3 pulsos/4 horas) de LH mais altas, quando comparadas com vacas não aclimatadas. Além disso, as concentrações de cortisol e P4 apresentaram correlação negativa com as concentrações de LH ($r = -83$ e -35 ,

respectivamente) entre as vacas, e correlação positiva entre si ($r = 0,62$), sugerindo que a aclimação do gado pode atenuar sua resposta neuroendócrina ao manejo e conseqüentemente melhorar a atividade secretória de gonadotrofinas e a resposta reprodutiva. Concluindo, os procedimentos de aclimação são uma boa opção para melhorar as respostas endócrinas e comportamentais do gado com temperamento excitável aos eventos de manejo que envolvem a interação com e o manuseio de humanos, o que pode resultar em benefícios para características de produção como ganho de peso e desempenho reprodutivo.

NOVAS ESTRATÉGIAS PARA MELHORAR A EFICIÊNCIA REPRODUTIVA EM FAZENDAS DE CRIA

A suplementação energética costuma ser necessária em sistemas extensivos de criação de gado em regiões tropicais e subtropicais para compensar a baixa densidade energética das forragens e manter a nutrição dos animais em níveis adequados. Esses suplementos costumam ser oferecidos uma ou três vezes por semana para reduzir os custos de mão-de-obra. No entanto, dados recentes indicam que o status nutricional do gado melhora quando os suplementos são fornecidos diariamente em vez de três vezes por semana. Sendo assim, o fornecimento diário de suplementos energéticos para o desenvolvimento de novilhas ou vacas adultas pode ser uma alternativa para melhorar a eficiência alimentar e o desempenho reprodutivo, de maneira que os resultados positivos da suplementação diária pelo menos compensem os gastos associados com a mão-de-obra.

Uma desvantagem freqüentemente encontrada em fazendas de cria em regiões tropicais e subtropicais é o temperamento excitável do gado, devido principalmente à forte influência de sangue *Bos indicus*. Alternativas para atenuar o temperamento dos animais podem ser benéficas tanto sob o aspecto produtivo quanto reprodutivo. A aclimação do gado à interação com humanos e aos procedimentos de manejo ameniza suas respostas neuroendócrinas e comportamentais a essas práticas, permite desenvolvimento mais rápido de novilhas e melhora a eficiência reprodutiva das vacas.

REFERÊNCIAS

- Andrade, O., A. Orihuela, J. Solano, and C. S. Galina. 2001. Some effects of repeated handling and the use of a mask on stress responses in zebu cattle during restraint. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 71:175-181.
- Arthington, J. D., J. W. Spears, and D. C. Miller. 2005. The effect of early weaning on feedlot performance and measures of stress in beef calves. *J. Anim. Sci.* 83:933-939.
- Arthington, J. D., L. R. Corah, J. E. Minton, T. H. Elsasser, and F. Blecha. 1997. Supplemental dietary chromium does not influence ACTH, cortisol, or immune responses in young calves inoculated with bovine herpesvirus-1. *J. Anim. Sci.* 75:217-223.
- Arthington, J. D., X. Qiu, R. F. Cooke, J. M. B. Vendramini, D. B. Araujo, C. C. Chase, Jr., and S. W. Coleman. 2008. Effects of pre-shipping management on measures of stress and performance of beef steers during feedlot receiving. *J Anim Sci.* doi:10.2527/jas.2008-0968.
- Baszczak, J. A., T. Grandin, S. L. Gruber, T. E. Engle, W. J. Platter, S. B. Laudert, A. L. Schroeder, and J. D. Tatum. 2006. Effects of ractopamine supplementation on behavior of British, Continental, and Brahman crossbred steers during routine handling. *J. Anim Sci.* 84:3410-3414.
- Battaglia, D. F., A. B. Beaver, T. G. Harris, E. Tanhehco, C. Viguie, and F. J. Karsch. 1999. Endotoxin disrupts the estradiol-induced luteinizing hormone surge: Interference with estradiol signal reading, not surge release. *Endocrinology* 140:2471-2479.

- Battaglia, D. F., M. E. Brown, H. B. Krasa, L. A. Thrun, C. Viguie, and F. J. Karsch. 1998. Systemic challenge with endotoxin stimulates corticotrophin-releasing hormone and arginine vasopressin secretion into hypophyseal portal blood: coincidence with gonadotropin-releasing hormone suppression. *Endocrinology* 139:4175-4181.
- Boivin, X., P. Le Neindre, J. M. Chupin, J. P. Garel, G. Trillat. 1992. Influence of breed and early management on ease of handling and open-field behaviour of cattle. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 32:313-323.
- Brown, E. G., G. E. Carstens, J. T. Fox, M. B. White, T. W. Welsh, Jr., R.D. Randel, and J.W. Holloway. 2004. Relationships between temperament and performance traits of growing calves. In: 2004 Beef cattle research in Texas. Available at: http://animalscience.tamu.edu/ansc/beef/bcrt/2004/brown_erin.pdf. Accessed Feb, 2008.
- Brown, R. E. 1994. An introduction to neuroendocrinology. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Bulun, S. E., and E. Y. Adashi. 2003. The physiology and pathology of the female reproductive axis. In: Larsen PR, Kronenberg HM, Melmed S, Polonsky KS, editors. *Williams textbook of endocrinology*. 10th ed., Philadelphia, PA, USA: Saunders; pp. 587-664.
- Burger, W., C. Ewald, and E. M. Fennert. 1998. Increase in C-reactive protein in the serum of piglets (pCRP) following ACTH or corticosteroid administration. *J. Vet. Med. Ser.* 45:1-6.
- Burrow, H. M., and N. J. Corbet. 2000. Genetic and environmental factors affecting temperament of zebu and zebu-derived beef cattle grazed at pasture in the tropics. *Aust. J. Agric. Res.* 51:155-162.
- Burrow, H. M., and R. D. Dillon. 1997. Relationship between temperament and growth in a feedlot and commercial carcass traits of *Bos indicus* crossbreds. *Aust. J. Exp. Agric.* 37:407-411.
- Carroll, J. A., and N. E. Forsberg. 2007. Influence of stress and nutrition on cattle immunity. *Vet. Clin. Food. Anim.* 23:105-149.
- Carroll, J.A., S.T. Willard, B.L. Bruner, N.H. McArthur, and T.H. Welsh, Jr. 1996. Mifepristone modulation of ACTH and CRH regulation of bovine adrenocorticosteroidogenesis in vitro. *Dom. Anim. Endo.* 13(4):339-349.
- Cooke, R. F., D. B. Araujo, G. L. Stokka, and J. D. Arthington. 2007c. Characterization of the acute-phase protein response following vaccination and weaning in beef steers. *J. Anim. Sci.* 85(Suppl. 1):613.
- Crookshank, H. R., M. H. Elissalde, R. G. White, D. C. Clanton, and H. E. Smalley. 1979. Effect of transportation and handling of calves upon blood serum composition. *J. Anim. Sci.* 48:430-435.
- Curley, K. O., Jr, D. A. Neuendorff, A. W. Lewis, J. J. Cleere, T. H. Welsh Jr., and R. D. Randel. 2008. Functional characteristics of the bovine hypothalamic-pituitary-adrenal axis vary with temperament. *Horm. Behav.* 53:20-27.
- Curley, K. O., Jr., J. C. Paschal, T. H. Welsh Jr., and R. D. Randel. 2006. Technical note: Exit velocity as a measure of cattle temperament is repeatable and associated with serum concentration of cortisol in Brahman bulls. *J. Anim. Sci.* 84:3100-3103.
- Da Rosa, G. O., and W. C. Wagner. 1981. Adrenal-gonad interactions in cattle. Corpus luteum function in intact and adrenalectomized heifers. *J. Anim. Sci.* 52:1098-1105.
- Dobson, H., A. Y. Ribadu, K. M. Noble, J. E. Tebble, and W. R. Ward. 2000. Ultrasonography and hormone profiles of adrenocorticotrophic hormone (ACTH)-induced persistent ovarian follicles (cysts) in cattle. *J. Reprod. Fertil.* 120:405-410.

- Dobson, H., J. E. Tebble, R. F. Smith, and W. R. Ward. 2001. Is stress really all that important? *Theriogenology* 55:65-73.
- Echternkamp, S. E. 1984. Relationship between LH and cortisol in acutely stressed beef cows. *Theriogenology* 22:305-311.
- Edwards, L. M., C. H. Rahe, J. L. Griffen, D. F. Wolfe, D. N. Marple, K. A. Cummins, and J. F. Prichet. 1987. Effect of transportation stress on ovarian function in superovulated Hereford heifers. *Theriogenology* 28:291-299.
- Elsasser, T. H., S. Kahl, N. C. Steele, and T. S. Rumsey. 1997. Nutritional modulation of somatotrophic axis-cytokine relationships in cattle: a brief review. *Comp. Biochem. Physiol.* 116A:209-221.
- Fell, L. R., I. G. Colditz, K. H. Walker, and D. L. Watson. 1999. Associations between temperament, performance and immune function in cattle entering a commercial feedlot. *Aust. J. Exp. Agric.* 39:795-802.
- Fordyce, G. E., R. M. Dodt, and J. R. Wythes. 1987. Cattle temperaments in extensive beef herds in northern Queensland. 1. Factors affecting temperament. *Aust. J. Exp. Agric.* 28:683.
- Geary, T., R. Ansotegui, A. Roberts, R. Waterman, M. MacNeil, E. Grings, B. Thompson, and R. Lipsey. 2005. Effects of flunixin meglumine on pregnancy establishment in beef cattle. *Proc. West. Sect. Am. Soc. Anim. Sci.* 56:309-311.
- Giri, S. N., P. Emau, J. S. Cullor, G. H. Stabenfeldt, M. L. Bruss, R. H. Bondurant, and B. I. Osburn. 1990. Effects of endotoxin infusion on circulating levels of eicosanoids, progesterone, cortisol, glucose and lactic acid, and abortion in pregnant cows. *Vet. Microbiol.* 21:211-231.
- Grandin, T. 1993. Behavioral agitation during handling of cattle is persistent over time. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 36:1-9.
- Hammond, A. C., T. A. Olson, C. C. Chase Jr., E. J. Bowers, R. D. Randel, C. N. Murphy, D. W. Vogt, and A. Tewolde. 1996. Heat tolerance in two tropically adapted *Bos taurus* breeds, Senepol and Romosinuano, compared with Brahman, Angus, and Hereford cattle in Florida. *J. Anim. Sci.* 74:295-303.
- Hansen, P. J., and C. F. Arechiga. 1999. Strategies for managing reproduction in the heat-stressed dairy cow. *J. Anim. Sci.* 77:36-50.
- Harrington, T. E., M. E. King, H. E. Mihura, D. G. LeFever, R. Hill, and K. G. Odde. 1995. Effect of transportation time on pregnancy rates of synchronized yearling beef heifers. *Colorado State Univ. Beef Program Rep.*, Fort Collins, CO.
- Hearnshaw, H., and C. A. Morris. 1984. Genetic and environmental effects on a temperament score in beef cattle. *Aust. J. Agric. Res.* 35:723-733.
- Hein, K. G., and R. D. Allrich. 1992. Influence of exogenous adrenocorticotrophic hormone on estrous behavior in cattle. *J. Anim. Sci.* 70:243-247.
- Higuchi, H., N. Katoh, T. Miyamoto, E. Uchida, A. Yuasa, and K. Takahashi. 1994. Dexamethasone-induced haptoglobin release by calf liver parenchymal cells. *Am. J. Vet. Res.* 55:1080-1085.
- Hollenstein, K., F. Janett, U. Bleul, M. Hassig, W. Kahn, and R. Thun. 2005. Influence of estradiol on adrenal activity in ovariectomized cows during acute stress. *Anim. Reprod. Sci.* 93:292-302.
- Johnson, R. W. 1997. Inhibition of growth by pro-inflammatory cytokines: an integrated view. *J. Anim. Sci.* 75:1244-1255.
- Johnson, W. H., J. G. Manns, W. M. Adams, and R. J. Mapletoft. 1981. Termination of pregnancy with cloprostenol and dexamethasone in intact or ovariectomized cows. *Can. Vet. J.* 22:288-290.

- Kelley, K. W. 1988. Cross-talk between the immune and endocrine systems. *J. Anim. Sci.* 66:2095-2108.
- Li, P. S., and W. C. Wagner. 1983. In vivo and in vitro studies on the effect of adrenocorticotrophic hormone or cortisol on the pituitary response to gonadotropin releasing hormone. *Biol. Reprod* 29:25-37.
- Maciel, S. M., C. S. Chamberlain, R. P. Wettemann, and L. J. Spicer. 2001. Dexamethasone influences endocrine and ovarian function in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 84:1998-2009.
- Matteri, R. L., J. A. Carroll, and C. J. Dyer. 2000. Neuroendocrine responses to stress. In: G. P. Moberg and J. A. Mench (ed.) *The biology of animal stress: basic principles and implications for animal welfare*. pp 43–76. CABI Publishing, Oxon, U.K.
- Merrill, M. L., R. P. Ansotegui, N. E. Wamsley, P. D. Burns, and T. W. Geary. 2003. Effects of flunixin meglumine on embryonic loss in stressed beef cows. *Proc. West. Sec. Am. Soc. Anim. Sci.* 54:53-56.
- 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.
- Minton, J. E. 1994. Function of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis and the sympathetic nervous system in models of acute stress in domestic farm animals. *J. Anim. Sci.* 72:1891-1898.
- Moberg, G. P. 1991. How behavioral stress disrupts the endocrine control of reproduction in domestic animals. *J. Dairy Sci.* 74:304-311.
- 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.
- Murata, H., N. Shimada, and M. Yoshioka. 2004. Current research on acute phase proteins in veterinary diagnosis: An overview. *Vet. J.* 168:28-40.
- Nelson, D. L., and M. M. Cox. 2005. *Lehninger principles of biochemistry*, 4th edition. W. H. Freeman and Company. New York, NY.
- Nkrumah, J. D., D. H. Crews, Jr, J. A. Basarab, M. A. Price, E. K. Okine, Z. Wang, C. Li, and S. S. Moore. 2007. Genetic and phenotypic relationships of feeding behavior and temperament with performance, feed efficiency, ultrasound, and carcass merit of beef cattle. *J. Anim. Sci.* 85:2382-2390.
- O'Connor, T. M., D. J. O'Halloran, and F. Shanahan. 2000. The stress response and the hypothalamic-pituitary-adrenal axis: from molecule to melancholia. *Q. J. Med.* 93:323-333.
- Petersen, H.H., J. P. Nielsen, and P.M.H. Heegaard. 2004. Application of acute phase protein measurement in veterinary clinical chemistry. *Vet. Res.* 35:163–187.
- Plasse, D., A.C. Warnick, and M. Koger. 1970. Reproductive behavior of *Bos indicus* females in a subtropical environment. IV. Length of estrous cycle, duration of estrus, time of ovulation, fertilization and embryo survival in grade Brahman heifers. *J. Anim. Sci.* 30:63-72.
- Plotsky, P. M., J. Cunningham, and E. P. Widmaier. 1989. Catecholaminergic modulation of corticotropin-releasing factor and adrenocorticotropin secretion. *Endocr. Rev.* 10:437-458.
- Pott, F. A. 1918. A Study of cattle “temperament” and its measurement. *Ohio J. Sci.* 18:129-144.
- Qiu, X., J. D. Arthington, D. G. Riley, C. C. Chase Jr., W. A. Phillips, S. W. Coleman, and T. A. Olson. 2007. Genetic effects on acute phase protein response to the stresses of weaning and transportation in beef calves. *J. Anim. Sci.* 85:2367-2374.

- Roman-Ponce, H., W. W. Thatcher, and C. J. Wilcox. 1981. Hormonal interrelationships and physiological responses of lactating dairy cows to a shade management system in a subtropical environment. *Theriogenology* 16:139-154.
- 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.
- Senger, P. L. 2003. Pathways to pregnancy and parturition. 2nd edition. Current conceptions, Inc. Pullman, WA, USA.
- Smagin, G. N., S. C. Heinrichs, and A. J. Dunn. 2001. The role of CRH in behavioral responses to stress. *Peptides* 22:713-724.
- Smith, R. F., and H. Dobson. 2002. Hormonal interactions within the hypothalamus and pituitary with respect to stress and reproduction in sheep. *Domest. Anim. Endocrinol.* 23:75-85.
- Stahringer, R. C., R. D. Randel, and D. A. Neuendorff. 1990. Effects of naloxone and animal temperament on serum luteinizing-hormone and cortisol concentrations in seasonally anestrous Brahman heifers. *Theriogenology* 34:393-406.
- Stewart, P. M. 2003. The adrenal cortex. In: Larsen, P. R., H. M. Kronenberg, S. Melmed, K. S. Polonsky, editors. *Williams textbook of endocrinology*. 10th ed., Philadelphia, PA, USA: Saunders; pp. 491-551.
- Thun, R., C. Kaufmann, and F. Janett. 1998. The influence of restraint stress on reproductive hormones in the cow. *Reprod. Dom. Anim.* 33:255-260.
- Thun, R., E. Eggenberger, K. Zerobin, T. Luscher, and W. Vetter. 1981. Twenty-four-hour secretory pattern of cortisol in the bull: Evidence of episodic secretion and circadian rhythm. *Endocrinology* 109:2208-2212.
- Tizard, I. R. 2004. *Veterinary Immunology: An Introduction*, 7th ed. Saunders, Elsevier, Philadelphia, USA.
- Turnbull, A. V., and C. L. Rivier. 1999. Regulation of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis by cytokines: actions and mechanisms of action. *Physiol. Rev.* 79:1-71.
- Voisinet, B. D., T. Grandin, J. D. Tatum, S. F. O'Connor and J. J. Struthers. 1997. Feedlot cattle with calm temperaments have higher average daily gains than cattle with excitable temperaments. *J Anim Sci.* 75:892-896.
- Wagner, W. C., R. E. Strohbehn and P. A. Harris. 1972. ACTH, corticoids, and luteal function in heifers. *J. Anita. Sci.* 35:789-793.
- Willard, S.T., D.C. Lay Jr., T.H. Friend, D.A. Neuendorff, R.D. Randel. 2005. Plasma progesterone response following ACTH administration during mid-gestation in the pregnant Brahman heifer. *Theriogenology* 63:1061-1069.
- Yoshida, C., and T. Nakao. 2006. Plasma cortisol and progesterone responses to low dosed of adrenocorticotrophic hormone in ovariectomized lactating cows. *J. Reprod. Dev.* 52: 797-803.
- Yoshino K., N. Katoh, K. Takahashi, and A. Yuasa. Possible involvement of protein kinase C with induction of haptoglobin in cows by treatment with dexamethasone and by starvation. *Am. J. Vet. Res.* 54:689-694.