

ANAIS DO I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE

AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE

Tema:

Produção de Leite em Clima Quente

Editor:

Iran José Oliveira da Silva

Apoio:



REFLEXOS DO ESTRESSE TÉRMICO NO COMPORTAMENTO DAS VACAS EM LACTAÇÃO

Maria de Fátima Ávila Pires¹ ; Duarte Vilela^{1,2}; Rui da Silva Verneque^{1,2};
Roberto Luiz Teodoro^{1,2}

¹ Pesquisadores da Embrapa Gado de Leite

² Bolsistas do CNPq

INTRODUÇÃO

As regiões tropicais e subtropicais, situadas entre os limites de 30° de latitude norte e sul, são zonas climáticas bem definidas (Oart, 1970). Aproximadamente 1/3 da superfície terrestre encontra-se dentro desta área. O rebanho existente é imenso, porém é baixo o desempenho produtivo e reprodutivo das raças leiteiras tropicais e européias importadas para essas regiões (Berbigier, 1989). O acentuado crescimento demográfico dos países aí situados, aliado à ineficiência de produção de alimentos, agrava o problema de carência alimentar da população.

Uma das estratégias para aumentar a produtividade dos rebanhos leiteiros, localizados em regiões tropicais, tem sido a introdução de raças especializadas originárias de clima temperado, através da importação de animais e sêmen, para serem utilizados como puros ou em cruzamentos com raças nativas. Na maioria das vezes, observa-se que estas raças importadas comportam-se diferentemente em relação ao seu país de origem, com perdas de suas características raciais e produtivas. Esta ineficiência tem como causa os mais diversos fatores ambientais (clima, tipo de alimento, qualidade das pastagens, doenças, parasitas etc.), que podem atuar como agentes limitantes das funções fisiológicas e, conseqüentemente, do desempenho animal (Johnson, 1987). Os componentes do microclima que

envolvem os animais referem-se às condições de temperatura do ar, altitude, umidade relativa, velocidade do vento e radiação térmica (Nääs, 1986). O ambiente térmico representa, portanto, um fator de restrição para obtenção da eficiência máxima (ganho de peso, eficiência de utilização de energia, produção de leite, etc.), principalmente em sistemas intensivos de produção. Esses sistemas, cada vez mais adotados nos países em desenvolvimento, utilizam animais de alto potencial produtivo e tentam minimizar os efeitos dos fatores ambientais limitantes à produção animal.

HOMEOTERMIA E MECANISMOS DE DISSIPAÇÃO DE CALOR

A produção, ou mesmo a sobrevivência do animal, depende principalmente de sua capacidade em manter a temperatura corporal dentro de certos limites, que para os bovinos oscila entre 38,0 a 39,0°C (Stober, 1993). Este processo denomina-se homeotermia, ou seja, manutenção da temperatura corporal em níveis constantes, independentemente de variações da temperatura ambiente (Johnson, 1987).

Os bovinos, dependendo da raça e do nível de produção, possuem uma zona térmica considerada ótima para seu desempenho (zona de conforto). Para as raças leiteiras o limite superior da zona de conforto situa-se entre as temperaturas ambiente de 18 a 21°C nas quais a temperatura corporal mantém-se constante, com o mínimo de esforço do sistema termorregulador. O animal sente-se confortável e obtém eficiência máxima de produção e reprodução (Yousef, 1985; Muller, 1989). Numa maior amplitude da temperatura ambiente (5 a 25°C), conhecida como zona termoneutra (Yousef, 1985), os animais mantêm a homeotermia, por meio de trocas de calor com o ambiente, lançando mão dos mecanismos fisiológicos, comportamentais e metabólicos (Johnson, 1987), utilizando principalmente a vasodilatação periférica e, conseqüentemente, o aumento do fluxo sangüíneo para

a superfície corporal (Chemineau, 1993). O redirecionamento do fluxo sangüíneo e a vasodilatação facilitam a dissipação de calor por meios não evaporativos, através de mecanismos fisiológicos de condução, convecção e radiação (Habeeb, 1992). Na transferência de calor por radiação, o animal irradia calor para outros objetos através de ondas eletromagnéticas, enquanto na convecção, a perda de calor se dá pela circulação de moléculas e na condução, por contato entre superfícies (Shearer & Beede, 1990). Para que esses mecanismos sejam eficientes, é necessário um gradiente térmico entre o corpo do animal e seu ambiente imediato. Quando existe aceitável gradiente térmico, o excesso de calor corporal é transferido rapidamente do corpo aquecido da vaca para o ambiente mais frio. Na zona de conforto térmico, para a maioria dos ruminantes, 75% ou mais da perda de calor ocorre por radiação, convecção e/ou condução (Shearer & Beede, 1990).

Quando a temperatura ambiente excede a temperatura crítica superior, ou seja, acima de 25-27°C (Fuquay, 1981), o gradiente de temperatura torna-se pequeno para que o resfriamento não evaporativo seja efetivo. Nestes casos, o animal tem que lançar mão de mecanismos evaporativos para manter o balanço térmico, e a evaporação via sudorese e/ou respiração torna-se a rota primária de dissipação de calor, sendo que 80% do calor corporal é perdido deste modo (Shearer & Beede, 1990). Conseqüentemente, a capacidade do animal de converter água ingerida em água evaporada é vital nesta situação (Nääs, 1986). A pele perde água por secreção ativa do suor ou por difusão da água através da epiderme, fazendo com que o excesso de calor seja dissipado por evaporação, mecanismo de proteção do corpo contra o superaquecimento. Nestes casos, cada grama de água evaporada representa 582 calorias perdidas (Johnson, 1987). Já o resfriamento evaporativo utilizando a respiração requer aumento do volume respiratório e do gradiente de pressão de vapor entre o ar que o animal inala e a umidade da mucosa do trato respiratório (Johnson, 1987).

É importante salientar que, quando a temperatura ambiente supera o valor máximo de conforto para o animal, a umidade relativa do ar passa ter importância fundamental nos mecanismos de dissipação de calor porque, em condições de umidade elevada, o ar úmido saturado inibe a evaporação da água através da pele e do trato respiratório, e o ambiente torna-se mais estressante para o animal (de la Sota, 1996).

ESTRESSE CALÓRICO

Para avaliar o impacto ambiental sobre o gado de leite, tem-se trabalhado com índices que combinam dois ou mais elementos climáticos. O índice denominado ITU é o mais utilizado e relaciona-se com a temperatura e umidade relativa do ar. Esse índice pode ser obtido pelas equações:

$$ITU = Ta + 0,36Tpo + 41,2 \quad \text{ou} \quad ITU = 0,72(Tbs + Tbu) + 40,6$$

em que:

Ta=temperatura ambiente;

Tpo=temperatura do ponto de orvalho;

Tbs=temperatura do bulbo seco e;

Tbu=temperatura do bulbo úmido.

De posse dos valores da temperatura ambiente e umidade relativa do ar, uma maneira prática de se obter esse índice é utilizando a Tabela 1. O valor considerado limite, entre situações de conforto e estresse, varia segundo os autores, mas existe unanimidade em considerar que ambiente com ITU acima de 72 é estressante para vacas de alta produção (Valtorta & Gallardo, 1996). Nestes casos, a habilidade do animal em dissipar calor está comprometida e a produção de calor

endógeno supera sua capacidade de resfriamento, gerando estoque de calor corporal, com aumento da temperatura corporal acima dos valores normais (Johnson, 1987).

As fontes primárias de calor endógeno incluem aquelas originárias de: 1) funções basais (atividade metabólica do coração, pulmão, fígado, etc.), responsáveis por 35 a 70% da produção total diária de calor; 2) manutenção, incluindo calor derivado da digestão, da absorção de nutrientes e das reações bioquímicas das células corporais. A quantidade de calor gerado a partir desses processos pode variar dependendo da quantidade, qualidade e tipo de alimento consumido. Para os ruminantes, há um maior incremento calórico a partir da digestão de forragem em relação à digestão de concentrados; 3) atividades físicas (comportamento); 4) atividades de desempenho, que para o gado leiteiro está associado com a produção de leite; 5) das atividades de manejo e 6) do esforço excedente da termorregulação (McDowell, 1972; Nääs, 1986; Shearer & Beede, 1990).

Quando vacas em lactação são expostas a um ambiente térmico, no qual a produção excede a eliminação de calor, todas as fontes que geram calor endógeno são inibidas, principalmente o consumo de alimento e o metabolismo basal e energético, enquanto a temperatura corporal, a frequência respiratória e a taxa de sudorese aumentam. Estas funções indicam tentativas do animal de minimizar o desbalanço térmico (Yousef, 1985; de la Sota, 1996) para manter a homeotermia, indicando também que o animal está sob a ação de estresse calórico.

Um animal é considerado em estado de estresse quando se fazem necessários ajustamentos (naturais ou artificiais) anormais ou extremos em seu comportamento e/ou fisiologia, com a finalidade de facilitar a expressão de seu fenótipo e fazer frente aos aspectos anti-homeostáticos do ambiente. Um agente estressor é definido como um fator individual, natural ou artificial, endógeno ou exógeno, que contribuiu direta ou indiretamente para o estresse do indivíduo (Giesecke, 1985).

As respostas aos estressores climáticos dependem principalmente do genótipo do animal e da intensidade do agente estressor. Seu efeito sobre os

sistemas fisiológicos dos bovinos pode ser de tal magnitude que afeta a capacidade do animal de crescer, reproduzir e produzir eficientemente (Yousef, 1985).

COMPORTAMENTO ANIMAL

Os animais se comportam segundo determinados padrões. Esses padrões são definidos como um segmento organizado de atitudes que possui uma função especial. Pode ser um ato único ou uma série de atividades e usualmente representam uma resposta do animal a algum estímulo ambiental. Uma dada alteração ambiental, comumente, estimula mais que uma resposta comportamental, mas o animal aprende a usar aquela que mostra ser mais eficiente. Os animais exibem seus padrões de comportamento ciclicamente, uma vez que esses ocorrem em respostas aos desafios externos e internos, muitos dos quais seguem ciclos regulares. Por exemplo, bovinos criados a pasto respondem ao ciclo natural claro-escuro, pastando, bebendo, ruminando e descansando nos mesmos horários, a cada dia (Curtis, 1981).

Um grupo de atitudes tendo o mesmo propósito é chamado de sistemas de comportamento. Existem, basicamente, sete sistemas de comportamento: ingestão, eliminação, comportamento sexual, comportamento relacionado com cuidados maternos e com procura, comportamentos agonísticos, comportamentos de termorregulação e, finalmente, os comportamentos de investigação. As atividades de alimentação e ingestão de água e suas conseqüências como defecação e micção, são indispensáveis à nutrição, e, deste modo, cruciais para produção animal. Muito importante também são as atividades relacionadas com a reprodução (Curtis, 1981).

Os estudos referentes a esses sistemas de comportamento têm aumentado muito nos últimos anos, principalmente devido à intensificação dos sistemas de produção animal (Curtis, 1981). Os conhecimentos gerados a partir desses estudos são importantes na estruturação e acompanhamento dos sistemas de produção como um todo, incluindo atividades individuais dos animais e os ambientes social

e físico, pois permitem melhor compreensão das causas que norteiam as ações dos animais e, a partir daí, um melhor planejamento para instalação de sistemas de produção mais eficientes (Stricklin & Kautz-Scanavy, 1984). Esses estudos são também importantes para uma melhor avaliação das respostas a vários tratamentos experimentais, envolvendo a fisiologia, nutrição, melhoramento e manejo dos animais (Muller et al., 1994). Entretanto, observações de comportamento quase sempre são relegadas a segundo plano, em relação a outros objetivos dos projetos de pesquisa.

Efeitos do estresse calórico sobre o comportamento animal

O bem estar e a produtividade animal podem ser colocados em situação de risco devido à ação dos fatores ambientais que influenciam o seu comportamento. Cada animal possui diversos comportamentos que são usados como ferramentas de adaptação ao meio ambiente. O animal necessita perceber as mudanças do meio para então manifestar sua resposta a essas mudanças. Assim, conscientemente, monitoram seu ambiente de várias maneiras: utilizando a visão, a audição, o paladar, o olfato, a temperatura e o tato, que são estimulados por receptores específicos localizados em varias partes do corpo. Cada tipo de receptor é sensível a determinado estímulo. Quando o ambiente estimula um receptor, essa informação é transmitida ao cérebro via sistema nervoso. Assim, a pele possui receptores sensíveis ao tato, pressão, temperatura ou dor. Esses podem ser classificados como receptores mecânicos ou térmicos. O destino das fibras nervosas aferentes que deixam esses receptores determinam a sensação que o animal percebe. Os termorreceptores da pele são estimulados pela temperatura e pela taxa de alteração da mesma (Curtis, 1981).

Os homeotérmicos reagem a alterações do ambiente térmico, não só funcionalmente e estruturalmente como também através de respostas comportamentais (Dantzer & Mormèd, 1979; Stoot, 1981). Os animais podem agir

de várias maneiras para influenciar a taxa na qual o calor flui do corpo para o ambiente. A migração sazonal é a última expressão de termorregulação. Processos menos marcantes, como a procura por sombra durante o verão, a mudança dos padrões usuais de postura corporal, movimentação e ingestão de alimentos e a relutância das fêmeas em montar umas às outras quando em cio, são acionados todos os dias. Estas alterações são realizadas pelo animal com o objetivo de reduzir a produção ou promover a perda de calor, evitando estoque adicional de calor corporal. Mudanças de comportamento visando promover a eliminação de calor ocorrem principalmente no sentido de maximizar a dissipação de calor por condução e/ou convecção (McDowell, 1972). Assim, Moran (1989) e Pires (1997) verificaram que durante o verão os animais permaneceram mais tempo em pé, ruminando ou em ócio, e aumentaram a frequência de visitas ao bebedouro.

A produtividade das vacas em lactação pode ser adversamente afetada pelo desconforto. Nos critérios considerados para medir o conforto e bem estar, estão incluídos saúde, produção, reprodução, características fisiológicas, bioquímicas e comportamento dos animais. Em alguns casos, as alterações comportamentais representam a única indicação de que o estresse está presente (Albright, 1987).

Efeitos sobre o comportamento ingestivo

O objetivo primário de todos os animais é o de se alimentarem. Os bovinos respondem diferentemente a vários tipos de alimentos e a diferentes dietas. Os conceitos básicos de alimentação, aliados ao conhecimento do comportamento dos animais, devem ser utilizados para melhorar o seu bem estar e a sua produtividade. Por exemplo, os sistemas de alimentação e de água devem ser colocados onde animais jovens e inexperientes possam achá-los facilmente. Nesse caso, o acesso ao alimento pode ser mais importante do que a quantidade de nutrientes fornecidos. Deve-se evitar a competição por alimentos, água, minerais

e sombra (Albright, 1993).

O comportamento ingestivo varia de acordo com a consistência física da ração, como é o caso do concentrado, que os animais apreendem com a língua e sugam com a boca. A maioria dos concentrados apresenta-se em forma de pequenas partículas, e assim nenhuma ação de mordida se faz necessária, embora ocorram movimentos de mastigação. Os principais órgãos de apreensão são os lábios, os dentes e a língua (Albright, 1993).

O consumo dos alimentos é determinado pelo número de refeições diárias, pela duração de cada refeição e pela taxa de ingestão (Grant & Albright, 1995). Esses fatores dependem dos mecanismos orais, das características físicas e químicas do alimento, da disponibilidade de água, da qualidade e quantidade dos nutrientes, da temperatura ambiente e dos próprios animais (idade, tamanho e nível de produção), dos efeitos de distúrbios provocados por predadores, ataque de insetos, doenças, parasitas, e da competição com outros membros do grupo (Fraser & Broom, 1990; Albright, 1993; Muller et al., 1994). A competição pode se desenvolver quando os animais são mantidos em grupos e o espaço no cocho é insuficiente para permitir que todos se alimentem ao mesmo tempo. Em situação de competição, vacas dominantes tendem a passar mais tempo comendo que aquelas situadas mais abaixo na escala social (Albright, 1993). Desse modo, o comportamento alimentar não é explicado apenas pelos fatores fisiológicos, uma vez que tal comportamento é fortemente influenciado pelas inter-relações ambientais e sociais (Fraser & Broom, 1990).

Miranda (1983) efetuou revisão na qual citou vários estudos sobre o tempo de pastejo. A amplitude encontrada entre os autores foi de 4 a 13h de pastejo/dia, semelhante à variação de 4 a 14h/dia apresentada por Fraser & Broom (1990). Esse tempo depende da qualidade e quantidade da forragem existente na pastagem, da suplementação com concentrado, presença de chuva, vento ou calor (Krohn et al., 1992). Para Costa et al. (1983) e Costa (1985), as vacas leiteiras gastam, em média, 6 a 7h por dia pastejando, durante a época quente do ano.

Uma das características do comportamento alimentar é o seu padrão diurno, com a distribuição dos períodos de pastejo relacionados com o ciclo claro-escuro. Os episódios de maior atividade do comportamento ingestivo, em um período de 24h, ocorrem logo antes de amanhecer; no meio da manhã; no início da tarde e próximo ao crepúsculo. Entre esses períodos, as horas próximas ao nascer e ao pôr-do-sol parece que são as de pastejo mais longo e contínuo. No restante do dia, o pastejo é intermitente, e os animais descansam ou ruminam. Essa atividade é sincronizada em torno do horário das ordenhas (Fraser & Broom, 1990).

Alimentação sincronizada com o horário de ordenha pode ser observada tanto a pasto quanto em confinamento, e em qualquer estação do ano (Strocklin & Kautz-Scanavy, 1984). Usualmente, a maioria das vacas alimenta-se após o retorno da sala de ordenha à tarde, e quando o cocho é reabastecido pela manhã (Perera et al. 1986).

O comportamento alimentar é fortemente afetado pelo clima e, em geral, o consumo de alimento diminui quando a temperatura ambiente ultrapassa 26 °C, e, em situação de pastejo, esse efeito é mais pronunciado (Beede & Collier, 1986). Uma vaca em lactação necessita de 10h de pastejo diário para consumir o necessário para produzir 12 litros de leite/dia, mas esse tempo é reduzido, principalmente durante o dia, caso a temperatura máxima exceda 27 °C (Cowan et al., 1993). Portanto, o que se observa no verão, é que, além da redução da atividade de alimentação, há uma inversão dos hábitos alimentares, isto é, com a temperatura ambiente superior a 32 °C, os animais interrompem o pastejo entre a ordenha da manhã e a da tarde, e utilizam apenas 7h e 30min por dia para pastar, no período entre o entardecer e a ordenha da manhã seguinte, comparado com 10h de pastejo diário em clima frio (Beede & Collier, 1986). O animal altera seu padrão de pastejo para evitar as horas quentes do dia. Durante o verão, o pastejo diurno pode ser reduzido a menos de duas horas, enquanto o noturno aumenta para aproximadamente 6h e 30min. Deste modo o pastejo noturno pode representar 60% do tempo total de alimentação, contrastando com climas temperados em que



somente 40% do pastejo ocorre a noite (Hafez, 1975).

Existem períodos do dia em que todos os animais do rebanho estão pastejando e outros em que apenas parte dos animais pastejam. Geralmente nas latitudes Norte e Sul maiores que 35°, os períodos entre pastejo diminuem à medida que os dias tornam-se mais curtos. Nas regiões tropicais, onde ocorre pouca variação no comprimento do dia, alguns estudos têm mostrado que os bovinos pastejam predominantemente à noite; outros mostram que nem sempre isso ocorre (Arnold & Dudzinski, 1978).

Em dias muito nublados os bovinos podem atrasar o início do pastejo pela manhã e parar mais cedo ao anoitecer. Os animais ficam mais agitados, pastejam com menor intensidade e caminham mais, em dias com muitas nuvens e vento. A chuva só altera o comportamento geral dos animais se for muito forte. Chuva com rajada de vento altera a direção do pastejo, isto é, os animais tomam a direção contrária ao vento, e quando está muito forte e persistente os bovinos interrompem o pastejo e permanecem imóveis com os pescoços estendidos. Se o tempo de interrupção for superior a uma hora, os animais podem reiniciar o pastejo, a despeito da chuva forte (Arnold & Dudzinski, 1978). Os bovinos tendem a pastejar na mesma direção do vento, mas, no calor, tomam a direção contrária para maximizar a troca de calor radiante (Blackshaw, 1984).

A temperatura ambiente, na faixa de 0-34 °C, não pode ser relacionada com o tempo de pastejo se a umidade relativa for baixa. Já em climas quentes e úmidos esse tempo é reduzido quando a temperatura ultrapassa 26 °C. Em sistemas mais extensivos, o pastejo, pela manhã, é realizado entre dois pontos de água, e quanto mais quente estiver o dia, mais rápido os animais alcançam o segundo bebedouro (Arnold & Dudzinski, 1978).

Dados obtidos em experimentos realizados na Embrapa Gado de Leite e em fazenda particular mostraram que o tempo médio total de pastejo diário foi sempre inferior no verão, comparado com o inverno, independente do tipo de

pastagem que era de alta qualidade em ambas as estações. Assim, quando se estudou o comportamento ingestivo de vacas Holandesas em lactação, em pastagem de alfafa, o tempo médio de pastejo no inverno foi de 8h e 30min e no verão foi reduzido para 6h por dia. Em pastagens de *coast-cross* este tempo foi de 7h e 48min (inverno) e 5h e 54min (verão) (Tabela 2). A diferença entre o pastejo no inverno e no verão, em termos percentuais, significa que os animais permaneceram 8 e 10% a mais do seu tempo diário, pastejando no inverno, em alfafa e *coast-cross*, respectivamente.

Vacas estabuladas apresentam de 10 a 12 períodos de alimentação, com, aproximadamente, 68% deles ocorrendo entre 6 e 18h (Vasilatos & Wangsness 1980). Em torno do meio dia, a maioria das atividades de alimentação é interrompida, e, após às 21h, menos de 10% dos animais são observados se alimentando.

Fraser & Broom (1990) informam que vacas estabuladas passam em torno de 5h comendo, mas caso a proporção de concentrado na dieta seja aumentada, esse tempo pode ser reduzido. Os autores informam ainda que, embora estabuladas e em ambiente completamente diverso do natural, o ritmo diurno do padrão alimentar é semelhante àquele do pastejo, mas o tempo total de alimentação é sensivelmente inferior.

Richards (1985) comparou, em sistemas de confinamento, ambiente termoneutro com ambiente de estresse calórico (38,5 °C e 85% de umidade relativa, por 6h e 30min durante o dia) e verificou aumento imediato e drástico no consumo voluntário de alimento durante a noite (27,8%), indicando que pode haver uma modificação no comportamento ingestivo com objetivo de amenizar os efeitos do estresse calórico. Os animais interrompem o consumo nas horas mais quentes do dia, buscando uma maneira de se refrescarem (Fraser & Broom, 1990), ou como uma tentativa de diminuir a produção de calor metabólico (Perera et al., 1986). Esses autores, trabalhando com vacas em lactação confinadas em *free stall*, verificaram que o tempo despendido com a alimentação diminuiu de 5h e 30min/dia no inverno para 4h e 12min/dia no verão.

O efeito das estações do ano sobre o comportamento alimentar de vacas em lactação foi também estudado por Shultz (1983) que observou uma menor percentagem de vacas alimentando-se durante o dia, na primavera (33,4%) e verão (31,7%), com relação ao inverno (36,5%). O número de vacas ingerindo alimentos pela manhã e à tarde, após o seu fornecimento, não diferiu entre estações. Muller et al. (1994) constataram que, durante o verão, 80% dos animais alimentaram-se após o retorno da ordenha, permanecendo mais tempo nessa atividade após a ordenha da manhã, comparada com a da tarde, e que 60% das vacas voltaram a se alimentar às 19h, quando a temperatura ambiente média foi inferior a 24 °C. Em outro período de alimentação, às 23h, aproximadamente 20% dos animais dedicaram-se a essa atividade, com uma percentagem insignificante de vacas alimentando-se entre 24 e 5h. Os autores concluíram que, no verão, os períodos de alimentação tenderam a se concentrar às 6; 9; 15 e 18h, quando foi fornecido feno à vontade.

Experimento realizado na Embrapa Gado de Leite, com vacas Holandesas, confinadas em *free stall*, mostrou que, num período de observação referente a três anos, o tempo médio despendido com alimentação foi de 5h e 10 min no inverno, e 4h e 25min no verão. Considerando o tempo total de 24h, esses animais permaneceram 21% desse tempo alimentando-se, no inverno, e 18% no verão (Tabela 3).

Além do calor, o ataque de moscas, comum em épocas quentes, interferem no comportamento ingestivo. Ambas as circunstâncias demandam alterações das atividades físicas com priorização dos cuidados corporais e conseqüentes prejuízos para o comportamento alimentar (Fraser & Broom, 1990).

Efeitos sobre o comportamento de ruminação

A ruminação é uma atividade que permite a regurgitação, mastigação e a passagem do alimento previamente ingerido, para o interior do rúmen. Durante a

ruminação, deitadas ou de pé, as vacas ficam quietas e relaxadas com suas cabeças baixas e as pálpebras semicerradas. Usualmente, os bovinos preferem ruminar deitados, embora durante mau tempo possam permanecer de pé ou caminhar vagarosamente. Quando deitados, utilizam a lateralidade esquerda como uma estratégia para otimizar o posicionamento do rúmen e obter assim uma ruminação mais eficiente (Albright, 1993). O tempo total de ruminação pode variar de 4 a 9h, sendo dividido em períodos com duração de poucos minutos a uma hora ou mais (Fraser & Broom, 1990). Nesse sentido, Metz (1973) citado por Albright (1993), encontrou um número médio de 14 episódios de ruminação por dia (variação de 10,6 a 16,9). O tempo total despendido nessa atividade oscilou entre 7h e 44min a 9h e 39min, com uma média de 8h e 31min/dia. Esses valores encontram-se dentro da variação de 3h e 42min a 9h 48min/dia, citada nos trabalhos revisados por Miranda (1983), com bovinos em pastagem, e pouco superiores ao tempo de maior frequência encontrados por Costa et al. (1983) e Costa (1985) que foi em torno de 7h a 7h e 30min/dia.

Camargo (1988), estudando vacas confinadas em *free stall*, verificou que os animais ficaram 31,3% do tempo ruminando, ou seja, 6h e 50min; preferindo desempenhar essa atividade no período da noite. Segundo Fraser & Broom (1990), o pico desse comportamento ocorre logo após o entardecer; em seguida reduzindo continuamente até pouco antes do amanhecer, quando o pastejo recomeça. A relação entre o tempo despendido com ingestão e com ruminação depende da estação do ano e da quantidade e qualidade do alimento fornecido associado à área disponível para os animais e tamanho do rebanho.

Dentre os fatores que prejudicam a ruminação, pode-se citar pânico, raiva, ansiedade, doença (Fraser & Broom, 1990) ou clima (Shultz, 1983). Este último autor observou que a percentagem de vacas ruminando foi maior no inverno (25,2%), seguido da primavera (22,6%) e verão (21,9%). Na primavera e no outono, o tempo de pastejo supera o tempo de ruminação, mas, no verão, eles se equivalem.

Para verificar o efeito das estações sobre o comportamento de ruminação

foram acompanhadas, em experimentos já citados, vacas da raça Holandesa em lactação, em pastagem de alfafa, de *coast-cross* e confinadas em *free stall*, em duas estações do ano. Observou-se que no inverno o tempo médio de ruminação foi sempre superior, correspondendo a 4h e 18min, 5h e 12min e 7h e 20min nos três experimentos, respectivamente. Durante o verão, os animais mantidos na alfafa ruminaram em média 3h e 54 min e no *coast-cross*, de 3h e 36min, enquanto para as vacas confinadas em *free stall*, esse tempo foi de 7h e 55 min (Tabelas 2 e 3).

Efeitos sobre o comportamento de ócio

O período em que os animais não estão comendo, ruminando ou ingerindo água, é definido como ócio (Costa et al., 1983 ; Shultz, 1983). Costa (1985), revisando o assunto, encontrou valores entre 5h e 48min a 12h e 48min por dia, gastos nesta atividade. Camargo (1988), trabalhando com animais confinados em *free stall*, verificou que 47,2% do tempo foram dedicadas ao ócio, ou seja, 10h e 23min e esse tempo não foi diferente entre as observações no inverno e verão. No entanto, Shultz (1983) mostrou que a percentagem de vacas no ócio, durante o dia, foi maior no verão (42,5%) e primavera (40,5%), que no inverno (35%).

Esta diferença no tempo em que os animais ficam em ócio, entre estações, foi também observada em experimentos realizados na Embrapa Gado de Leite e em fazenda particular, independente do sistema de criação (Tabelas 2 e 3). Vacas em lactação, confinadas ou em pastejo, permanecem mais tempo em ócio, no período de verão, outubro a março (10h e 35min no *free stall*, 11h e 24min na alfafa e 9h e 12min no *coast-cross*), comparado com o inverno, abril a setembro (9h e 33min, 8h e 5h e 12min, respectivamente). Esses dados mostram que, no verão, os animais substituem as atividades relacionadas com o comportamento alimentar (ingestão e ruminação) pelo ócio, numa provável tentativa de reduzir a produção de calor metabólico.

Efeitos sobre a ingestão de água

A evaporação da água, com finalidade de termorregulação, em climas quentes, aumenta a necessidade de água pelos animais. Conseqüentemente, há um incremento na ingestão de água quando o calor aumenta. Para maximizar a utilização da água, os bovinos ao invés de reduzirem o volume urinário, eliminam urina mais concentrada e fezes mais secas (Curtis, 1981).

A disponibilidade de água determina o padrão de pastejo especialmente em regiões secas. A área em torno do bebedouro tende a ser superpastejada com conseqüente erosão e uma carga maior de parasitos pode ocorrer neste local. Estudos realizados no norte da Austrália mostram que os animais, à noite, tendem a permanecer em áreas de pastagem, e não próximos ao bebedouro. Geralmente se aproximam dos pontos de água uma a duas horas depois do amanhecer, embora em dias quentes essa aproximação ocorra mais cedo. Em sistemas extensivos, um comportamento interessante está relacionado com bovinos considerados “caminhantes” e “não- caminhantes”. Os primeiros, após a ingestão de água, caminham, até 9 km, em trilhas bem definidas, para as áreas preferidas para o pastejo. No entanto, tão logo aqueles considerados não-caminhantes deixam o bebedouro, começam a pastejar aproximadamente 200 m distante do ponto de água, e a distância máxima envolvida é em torno de quatro quilômetros (Blackshaw, 1984).

A freqüência de ingestão de água depende da temperatura ambiente, da **qualidade do alimento** e da distribuição da água. Em pastagens verdes e abundantes, **os bovinos não bebem muita água**; no entanto, quando o alimento é mais seco, **necessitam de água regularmente**. O consumo é maior quando aumenta a **temperatura ambiente** e a disponibilidade (Arnold & Dudzinski, 1978). Outros fatores **também influenciam** o consumo de água, tais como: produção de leite, consumo **de alimentos**, **peso do animal**, nível de atividade, estado fisiológico, **raça dos animais**, **composição e forma física da dieta**, precipitação, qualidade, acessibilidade e

temperatura da água. A relação entre estado fisiológico-temperatura ambiente e consumo de água pode ser visto na Tabela 6.

Os horários de ingestão de água estão relacionados com os padrões diurnos de pastejo e descanso, e a frequência de ingestão, para vacas, está em torno de cinco vezes ao dia, variando de uma a seis vezes. Em sistemas extensivos esse padrão apresenta pouca variação, com a primeira ingestão ocorrendo depois do principal período de pastejo pela manhã. As vacas vão ao bebedouro entre 7 e 8 horas, não permanecendo no local, mas no retorno do pastejo, em torno das 11 horas, elas permanecem descansando próximo do bebedouro por várias horas. No verão 30% da ingestão de água ocorre entre 6 –12 h, 53% entre 12 e 16 h e 17% entre 16 e 20 h, e as vacas permanecem próximas ao bebedouro durante a maior parte do dia, principalmente se não existe sombreamento no piquete (Arnold & Dudzonski, 1978).

Efeitos sobre a postura corporal

Os animais podem ajustar-se ao ambiente térmico alterando sua postura. Por exemplo, no calor, podem deitar-se com os membros estirados para aumentar a superfície de contato com o piso frio. Normalmente, orientam seus corpos em relação ao sol para aumentar ou diminuir a área de exposição da superfície corporal, dependendo da temperatura ambiente. Em ambientes quentes, os bovinos tendem a assumir uma postura de relaxamento e minimizar as atividades físicas, ou seja, reduzem ou cessam a atividade de alimentação e procuram uma superfície fria para se deitarem. A impressão usual de que a perda de calor por condução é incrementada quando o animal está deitado somente tem sentido caso a superfície de contato estiver mais fria que o corpo do animal. Mesmo assim, uma troca significativa de calor só pode ocorrer por tempo limitado e enquanto isso o animal estará removendo 1/3 de sua superfície do contato com o ar (McDowell, 1972).

Dentre os padrões fixos de comportamento, o de deitar é considerado

altamente prioritário para as vacas leiteiras. A privação do descanso pode induzir à frustração que se manifesta por comportamentos estereotipados, além de alterações no eixo hipotalâmico-hipofisário adrenal. Outras conseqüências incluem lesões traumáticas e outros danos físicos, resultando em problemas sanitários e baixo desempenho (Krohn & Munksgaard, 1993). Os bovinos não apresentam o sono verdadeiro como os humanos, exceto por períodos muito curtos. Eles descansam sem perda da vigília e provavelmente sem perda da consciência. O animal pode deitar-se com os olhos fechados, mas qualquer barulho ou movimento pode causar uma resposta imediata. O comportamento de descanso apresenta três estádios: 1) em pé com os olhos abertos; 2) deitado com a cabeça ereta e os olhos abertos; 3) deitada com a cabeça firme e os olhos parcialmente fechados. O sono verdadeiro ocorre em curtos intervalos de 2 a 8 min (Meller et al., 1994). A literatura mostra que o tempo de permanência das vacas na posição deitada, num período de 24h, é geralmente, em torno de 8 a 14h (Krohn & Munksgaard, 1993; Muller et al., 1994). De acordo com Roman-Ponce et al. (1977), esse tempo apresenta uma distribuição na qual, normalmente, às 18h, 57% das vacas estão deitadas, e, a partir das 21h, com exceção das vacas que se alimentam em períodos tardios, a maioria dos animais (76%) deita para ruminar ou descansar.

A variação na duração e na freqüência desse comportamento é parcialmente devida a fatores individuais, tais como idade da vaca, temperatura, doença e, parcialmente, devida a fatores de manejo, tais como instalações, quantidade e tipo de material usado como cama, tipos de sistema e densidade dos animais (Krohn & Munksgaard, 1993).

Os comportamentos deitado ou de pé, em situações com disponibilidade ou não de sombra, foram estudados por Muller et al. (1994), e os resultados mostraram que vacas com acesso à sombra passam mais tempo deitadas durante o dia que aquelas sob o sol. Não houve diferença significativa no tempo deitada à noite e no total de tempo deitada em 24 h. Quanto à posição de pé, as vacas com acesso à sombra permaneceram 7h e 30min nesta posição, enquanto os animais do grupo sem sombra ficaram 8h e 30min de pé. Os autores concluíram que essa

atividade é influenciada pelas condições ambientais e pelas atividades de alimentação.

Perera et al. (1986) observaram uma tendência das vacas em passar duas ou três horas ininterruptas deitadas, uma ou duas horas de pé e, aproximadamente, uma hora no cocho de alimentação, com vários períodos de ingestão de alimento. Todas essas variáveis foram afetadas pela estação do ano. Camargo (1988) concluiu que, no verão houve uma tendência de maior concentração de vacas ruminando de pé (14,7%), ao invés de se deitarem, para fazê-lo (12,7%).

Nos experimentos realizados na Embrapa Gado de Leite (Tabelas 4 e 5), o efeito do calor sobre a postura dos animais foi verificado apenas em vacas confinadas em free stall, que permaneceram mais tempo de pé no verão (11h e 14min) que no inverno (10h e 22 min). Para os animais mantidos em pastagem de alfafa e coast-cross o tempo médio despendido na posição de pé, no verão (11h e 36min e 12h e 5min), foi semelhante ao inverno (12h e 35min e 11h e 48min). Provavelmente a cobertura vegetal do solo manteve a temperatura nesse local mais amena levando os animais a optarem pela posição deitada, também no verão, em detrimento da postura de pé na qual a dissipação do calor se daria por convecção, utilizando o movimento do vento. Tal fato não ocorreu no free stall, uma vez que, o piso de cimento absorve calor no verão levando os animais a preferirem a posição de pé, e dessa maneira perderem calor através da movimentação do ar.

Os bovinos podem permanecer de pé na água ou espojar-se na lama ou excreta quando estão em condições de estresse calórico. Permanecer de pé na água facilita a perda de calor por condução a partir dos apêndices e peito, enquanto no espojamento aplicam água na superfície corporal que se evapora, resfriando o animal, quando esse deixa a área úmida. Vacas com estresse calórico frequentemente borrifam água sobre seus corpos (Curtis, 1981).

Busca de sombra

Os animais procuram localizar-se em ambientes termoneutros. Algumas vezes buscar locais sombreados é a única opção para os animais em condições de estresse calórico. Em dias quentes, todos os animais procuram sombra. As vacas param de pastear e encaminham para a sombra, quando a temperatura retal aumenta acima do normal. No entanto, esse comportamento não afetou, segundo Muller et al.(1994), o tempo total de alimentação, que foi de 3h e 58min para o grupo com acesso a sombra e 3h e 29min/dia para os animais sem sombra (Curtis, 1981).

A procura da sombra é, portanto, uma resposta óbvia ao estresse calórico e é devida tanto à temperatura e à umidade quanto ao genótipo do animal. Raças européias podem permanecer até 11 horas por dia na sombra. As sombras artificiais nem sempre são tão efetivas quanto as naturais e devem oferecer espaço suficiente para os animais manterem sua distância normal quando deitados ou em pé, e como proteção contra o calor, permitir o máximo de movimentação do ar (Arnold & Dudzinski, 1978).

Roman-Ponce et al. (1977) verificaram que embora livres para se movimentarem, as vacas permaneceram sob a sombra durante o dia, com alimento e água disponíveis, mas se locomoveram para uma área relvada adjacente, ao entardecer e à noite. Os animais que não tiveram acesso à sombra usualmente deitavam na relva ou em locais úmidos durante as horas quentes do dia e preferiram alimentar-se no final da tarde e à noite. As vacas com acesso a sombra apresentaram frequência respiratória e temperatura corporal mais baixas, produziram aproximadamente 11% a mais de leite, a taxa de concepção foi 19% maior e a incidência de mamite 10% abaixo dos índices apresentados pelos animais do grupo sem sombra. O incremento no desempenho destes animais, segundo os autores, foi semelhante aquele obtido com vacas em sistema de ar condicionado.

Nas pastagens sem sombra, os animais apresentam sintomas de estresse

calórico que se manifestam por movimentação excessiva, agrupamento nos extremos do piquete, ingestão freqüente de água e de descanso na posição deitada. Caminhar excessivamente visa otimizar o resfriamento através da evaporação. Essas vacas podem então mostrar-se exaustas para pastar e deitam-se nas horas frescas do final da tarde, quando vacas com acesso a sombra começam a pastar (Blackshaw, 1984). Através do agrupamento com as companheiras do rebanho, os animais tentam reduzir a área da superfície corporal exposta ao ambiente. Esta reação tem sido chamada de *temorregulação social* (Curtis, 1981).

Efeitos sobre o comportamento sexual

A característica comportamental mais fortemente afetada pelo calor, diz respeito às manifestações físicas do comportamento sexual das fêmeas, ou seja, as manifestações do cio ou estro.

Um dos aspectos fundamentais para o êxito de qualquer empreendimento em gado de leite é a obtenção de bons índices reprodutivos. A análise da influência dos fatores ambientais sobre a eficiência reprodutiva dos bovinos contribui para alcançar esse objetivo (Valtorta & Gallardo, 1996). Sabe-se que a temperatura corporal da vaca em lactação aumenta durante o estresse calórico, e como resultado, muitos processos fisiológicos são alterados, especialmente a reprodução. Vacas expostas ao calor reduzem a intensidade do cio e a probabilidade de manter a gestação (Hansen & Arechiga, 1994).

Os efeitos deletérios do estresse calórico sobre a função reprodutiva ocorrem através de dois mecanismos. No primeiro, os sistemas fisiológicos, que estão envolvidos na regulação de temperatura corporal, incluem também aqueles que afetam os processos reprodutivos. Distúrbios desses sistemas, com a finalidade de manter a homeotermia, podem resultar em interrupção da função reprodutiva. Em segundo lugar, esses mecanismos podem, por si só, afetar a reprodução uma vez que vários tecidos do sistema reprodutivo, especialmente os embriões, no

período de perimplantação, são comprometidos por exposição a altas temperaturas. Hipertermia severa pode causar efeitos drásticos e potencialmente letais na estabilidade das proteínas e nas funções das membranas celulares (Hansen & Ealy, 1991).

Alterações na duração do ciclo estral, no aumento na percentagem de óvulos anormais e na incidência de morte embrionária, são as manifestações mais comumente observadas, durante o verão, em decorrência de distúrbios nos mecanismos homeostáticos, com conseqüências diretas sobre a taxa de concepção (Abilay et al., 1975). A duração do estro sofre influência de diversos fatores, podendo variar de 9 a 28h (Hafez, 1975) e um desses fatores, o aumento da temperatura ambiente, diminui a duração (5-6 horas) e a intensidade de manifestação dos sinais característicos do cio. Há um aumento significativo de cios não identificados durante os meses de verão. Esta alteração do comportamento do cio pode ser atribuído às seguintes causas: 1) diminuição da atividade física dos animais; 2) mudanças dos níveis plasmáticos de estrógeno, progesterona e corticóides e 3) mudanças no padrão de secreção de LH. Experimentos comparando animais com acesso ou não à sombra, mostram que, apesar do calor não inibir a manifestação do cio, os animais sem acesso à sombra apresentaram concentrações mais elevadas de progesterona e corticóides durante a fase luteínica e menores concentrações de estrógeno durante a fase folicular de ciclo estral (pico anterior ao cio). Outros estudos demonstraram que o grupo sem sombra apresentou maior concentração de progesterona ($>0,7\text{ ng/ml}$) provavelmente de origem adrenal, que pode inibir a onda pré ovulatória de LH. Concentração de estrógeno mais baixa que o normal durante o pro-estro indica a presença de um folículo dominante de qualidade inferior e, conseqüentemente, a diminuição da intensidade dos sinais do cio (de la Sota, 1996).

A reduzida intensidade das manifestações comportamentais do estro, somado ao fato de maior ocorrência durante a noite, parecem ser os problemas mais sérios para se manter um manejo reprodutivo adequado durante o verão.

Esses fatores se combinam aumentando as falhas na identificação do cio. No estado da Flórida (USA), a taxa de cios não detectados oscila em torno de 4% no inverno, a um máximo de 82% no verão (Valtorta & Gallardo, 1996)

Em condições de temperatura ambiente elevada, vacas de raças européias apresentam cios mais curtos (em torno de 10h em comparação com 18h quando não há estresse calórico). Além disso, as manifestações do cio são menos notórias. Por isso, em condições tropicais, nas propriedades que se dedicam à atividade leiteira e nas quais se utiliza a inseminação artificial, a detecção do cio exige atenção especial, em consequência da sua menor duração, e devido ao fato de que a maioria das fazendas mantém seus animais a pasto (Mellardo, 1995).

Existe, portanto, uma variação estacional quanto à duração do cio e o número de montas recebidas. A literatura mostra que ambas são reduzidas no verão (Fraser, 1985 ; Chicoteau et al., 1989). Valtorta & Gallardo (1996) citam que, no verão, 71% dos cios têm duração inferior a 7h, enquanto no inverno, essa taxa cai para 35%.

Pennington et al. (1986), comparando vacas mantidas em clima temperado, com vacas mantidas em clima quente, verificaram que o estro foi 20 a 30% mais longo, e a percentagem de montas 3% maior no primeiro grupo. Do mesmo modo, Silva et al. (1981) constataram diferenças no número de montas recebidas pelos animais durante o inverno (11,2 montas/hora) e verão (4,7montas/hora). Em sistemas de pastagem a manifestação do estro cessou temporariamente durante exposição ao calor do sol

Abilay et al. (1975) observaram que quando o estresse calórico aumentou a temperatura retal de 38,3 para 39.6°C, em novilhas confinadas em *free stall*, a duração do ciclo estral foi 21,4 dias e a do cio, de 12h e 30min, quando comparado com novilhas mantidas em ambiente termoneutro (ciclo estral de 19,5 dias e cio de 17h). Tal diferença foi também observada por Monty & Wolff (1974), trabalhando

com vacas em lactação, embora o ciclo estral tenha sido maior tanto no inverno (28,8 dias) quanto no verão (34,6 dias). Da mesma forma, Wolfenson et al. (1988) e Holroyd et al. (1993) associaram temperatura retal a alterações do estro. Com um aumento de 38,6 para 39,2°C na temperatura corporal, os primeiros autores encontraram uma variação de 4h e 30min a menos na duração do cio, enquanto no segundo trabalho, verificou-se que uma diferença de 0,3°C na temperatura corporal de novilhas, resultou em apenas 34,5% dos animais mantendo a normalidade com relação ao tamanho do ciclo estral (18 a 24 dias).

Estudo sobre a duração do estro, durante o verão e o inverno foi realizado por Gonçalves et al. (1993), Estes autores avaliaram o efeito da temperatura ambiente no comportamento sexual e determinaram o intervalo entre aplicação da prostaglandina e a manifestação do cio, concluindo que as variáveis independentes, como estação e temperaturas ambiente máxima e mínima, não tiveram efeito significativo nas variáveis reprodutivas estudadas. A duração média do estro, compreendendo proestro, estro verdadeiro e metaestro foi de 20h e 24min e 16h, e a média de duração do estro verdadeiro foi de 12h e 6min e 10h e 30min no inverno e verão, respectivamente. O início do cio ocorreu mais freqüentemente durante o dia com nenhuma indicação de interferência das atividades rotineiras da fazenda.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância do estudo do comportamento animal baseia-se, principalmente na sua utilização como ferramenta auxiliar na solução de problemas que afetam os animais. Deste modo, o conhecimento das atividades diárias dos bovinos pode ser muito útil, visto que, mudanças dessas atividades podem ser indicativas de algum problema de manejo ou de saúde; além disso, é possível alterar ou melhorar a rotina do rebanho com base nos resultados de pesquisas concernentes ao padrão comportamental.

Para o estudo do comportamento deve-se conhecer as reações fisiológicas dos animais em relação ao ambiente. O meio físico e social exerce uma grande influência sobre o equilíbrio neuro hormonal e a homeostasia do indivíduo, o que controla suas reações frente a situações estressantes. Os animais respondem aos estímulos internos e externos mediante modificações da sua conduta e reajustes hormonais que provocam alterações no seu comportamento.

Embora existam poucas evidências concretas sobre a extensão das mudanças comportamentais em condições de estresse térmico, fica claro que alterações da postura, das atividades físicas, dos hábitos alimentares e de outros comportamentos são importantes mecanismos adaptativos para reduzir o efeito do estresse calórico.

Determinar se o animal está em ambiente ótimo ou estressante, é de importância fundamental para a eficiência fisiológica e econômica da exploração. Para isso, é necessária uma avaliação do desempenho produtivo, fisiológico e comportamental do animal em ambientes bem descritos. O efeito da temperatura e sua combinação com a umidade relativa do ar no desempenho produtivo e reprodutivo, têm sido pesquisado nas últimas décadas, assim como o impacto das estações do ano na produção de leite. Entretanto, muitos desses estudos têm sido desenvolvidos em condições controladas (câmaras climáticas) capazes de manter os animais em ambiente climatológico constante, sem as flutuações que normalmente ocorrem em condições naturais. A ausência de variações diurnas da temperatura ambiente torna difícil a aplicação desses resultados nos sistemas de produção animal. No Brasil, são escassos os dados referentes ao monitoramento do ambiente e seus efeitos sobre os animais, adaptados para nossas condições climáticas, cujos ciclos diários e anuais são totalmente diferentes dos países temperados. Desse modo, permanecem as divergências a respeito da possível ação do calor sobre o desempenho de vacas leiteiras, principalmente no que diz respeito à zona de conforto térmico para condições climáticas brasileiras, em função do nível de produção animal.

Baseando-se em alterações do tempo dedicado às atividades de padrão fixo de comportamento (alimentação, ruminação e ócio) bem como nas modificações da postura entre o verão e inverno, pode-se sugerir que, nos períodos mais quentes do ano, os animais utilizam alguns destes mecanismos (redução no tempo de alimentação, ruminação e aumento no tempo de ócio), para diminuir a produção de calor metabólico excedente, enquanto outros (aumento do tempo em pé) auxiliam na dissipação do calor. Deve-se considerar também que mudanças de comportamento como permanecer grande parte do dia à sombra e aumentar a ingestão de água contribuem significativamente para manter a homeotermia dos animais.

Para novos conhecimentos sobre o comportamento de vacas em lactação nos trópicos é necessário que os estudos envolvam animais em diferentes estádios de lactação e que abordem diferentes aspectos da resposta animal em relação ao ambiente climático.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABILAY, T. A. , JOHNSON, H. D. , MADAN, M. Influence of environmental heat on peripheral plasma progesterone and cortisol during the bovine estrous cycle. **Journal Dairy Science**, Champaign, v.58, p.1836-1839, 1975.
- ALBRIGHT, J . What animal behavior research has taught us. **Hoard's Dairyman**, Atkinson, v.132, p.557, 1987.
- ALBRIGHT, J. L. Feeding behavior of dairy cattle. **Journal Dairy Science**, Champaign, v.76, p.485-498, 1993.
- ARNOLD, G.W. ; DUDZINSKI, M.L. **Ethology of free-ranging domestic animals**. Amsterdam: Elsevier, 1978. 192p.

- BEEDE, D. K. , COLLIER, R. J. Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. **Journal Animal Science**, Champaign v.62, p. 543-555, 1986.
- BERBIGIER, P. Effect of heat on intensive meat production in the tropics: cattle, sheep and goat, pigs. In: CICLO INTERNACIONAL DE PALESTRAS SOBRE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL.1., 1986, Botucatu. **Anais...** Jaboticabal: UNESP/FMVZ , 1989. p. 7-44.
- BLACKSHAW, J. K. **Notes on some topics on applied animal behavior**. Brisbane: University of Quensland, 1984. 131p.
- CAMARGO, A. C. **Comportamento de vacas da raça holandesa em um confinamento do tipo free stall, no Brasil Central**. Piracicaba: ESALQ, 1988, 146p. Tese mestrado.
- CHEMINEAU, P. Médio ambiente y reproduccion animal. **World Animal Review**, Roma, v.77, p. 2-14, 1993.
- CHICOTEAU, P., MANBQUE, E., CLOE, C., et al. Oestrus behaviour of Baoule cows (*Bos taurus*) in Burkina Faso. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v.21, p. 153-159, 1989.
- COSTA, M. J. R. P. Aspectos do comportamento de vacas leiteiras em pastagens neo tropicais. In: ENCONTRO PAULISTA DE ETOLOGIA, 3., 1985, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto, 1985. p. 199-217.
- COSTA, M. J. R. P., MESQUITA, J. C., JUNQUEIRA FILHO, A. A., et al. Comportamento de vacas holandesas em pastagens. In: ENCONTRO PAULISTA DE ETOLOGIA, 1., Jabotical, 1983. **Anais...** Jaboticabal: UNESP/FCAVJ, 1983. p. 251 (resumo).

- COWAN, R. T., MOSS, R.J., KERR, D. V. Northern dairy feedbase 2001. 2. Summer feeding systems. **Tropical Grasslands**, Santa Lúcia, v.27, p.150-161, 1993.
- CURTIS, S.E. **Environment management in animal agriculture**. Illinois: Animal Environment Services, 1981.430p.
- DANTZER, R. ; MORMÈD, P. **El stress en la cría intensiva del ganado**. Zaragoza: Acribia, 1979. 130 p.
- DE LA SOTA, R. L. Fisiologia ambiental: mecanismos de respuestas del animal al estress calorico. JORNADA DE MANEJO DEL ESTRES CALÓRICO, 1., 1996, La Plata. La Plata, 1996. p.1 - 43.
- FRASER, A. F. **Ethology of farm animals**. Amsteden: Elsevier, 1985. 500p.
- FRASER, A. F. , BROOM, D. M. **Farm animal behaviour and welfare**. 3ed., London: Bailliere Tindall, 1990. 437p.
- FUQUAY, J. W. Heat stress as is affects animal production. **Journal Animal Science**, Champaign, v.52, p.164-182, 1981.
- GIESECKE, W. H. The effect of estress on udder health of dairy cows. **Onderstepoort. Journal Veterinary Research**, Pretória, v.52, p. 175-193, 1985.
- GONZÁLEZ, C. J. , VAN CLEVE, J. F. , RIQUELME, E., et al. Características descriptivas del estro de vacas lecheras durante el invierno y el verano en Puerto Rico. **Archivo Latinoamericano de Produccion Animal**, Porto Rico, v.1, p.163-174, 1993.
- GRANT, R. J., ALBRIGHT, J. L. Feeding behavior and management factors during the transition period in dairy cattle. **Journal Animal Science**, Champaign, v.73, p.2791-2803, 1995.

- HABEEB, A. L. M , MARAY, I. F. M., KAMAL, T. H. **Farm animals and the environment**. Cambridge: C. A. B. International, 1992. 428p.
- HAFEZ, E. S. E. **The behaviour of domestic animals**. 3 ed.. Baltimore: Williams & Wilkins, 1975. 532 p.
- HANSEN, P. J., ARÉCHIGA, Reducing effects of heat stress on reproduction of dairy cow. INTERNATIONAL CONFERENCE ON LIVESTOCK IN THE TROPICS, 1994, Gainesville. **Proceedings...** Gainesville: 1994. p.92-99.
- HANSEN, P. J. , EALY, A. D. Effects of heat stress on the establishment and maintenance of pregnancy in cattle. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.1, p.108-119, 1991.
- HOLROYD., R. G. , ENTWISTLE, K. W. , SHEPERD, R. K. Effects on reproduction of estrous cycle variations , rectal temperatures and liveweights in mated Brahman cross heifers. **Theriogenology**, New York, v. 40, p.453-467, 1993.
- JOHNSON, H. D. **Bioclimatology and adaptation of livestock**. Amsterdam: Elsevier, 1987. 279p.
- KROHN, C.C. ; MUNKSGAARD, L. Behavior of Dairy Cows kept in Extensive (Loose housing/pasture) or intensive (tie stall) environments. 2 Lying and lying down behaviour. **Applied Animal Behavior Science**, Amsterdam, v.37, p. 1-6, 1993.
- KROHN, C. C.; MUNKSGAARD, L. ; JONASEN, B. Behavior of dairy cows kept in extensive (loose housing/pasture) or intensive (tie stall) environment. 1 Experimental procedure, facilities, time budgets, diurnal and seasonal conditions. **Applied Animal Behavior Science**, Amsterdam, v.34, p.37-47, 1992.
- McDOWELL, R. E. **Improvement of livestock production in warm climates**. San. Francisco: Freeman & Company, 1972. 711p

- MELLADO, M. Respuesta fisiológica, produccion de leche, eficiencia reproductiva y salud del ganado lechero expuesto a temperaturas ambientales elevadas. **Veterinaria México**, México, v.26, p.389-399, 1995.
- MIRANDA, R. M. Comportamento de bovinos em pastagem. In: ENCONTRO PAULISTA DE ETOLOGIA, 1., 1983, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: UNESP/FCAVJ, 1983. p. 217-238.
- MONTY, D. E. , WOLFF Jr., L. K. Summer heat stress and reduced fertility in Holstein-Friesian cows in Arizona. **American Journal Veterinary Research**. Schaumburg, v.35, p.1495-1500, 1974.
- MORAN, J. B. The influence of seasons and management system on intake and productivity of confined dairy cows in a Mediterranean climate. **Animal Production**, Pencaitand, v.49, p.334-339, 1989.
- MÜLLER, R.P. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**, 3ed., Porto Alegre: Sulina, 1989. 262p.
- MULLER, C. J. C.; BOTHA, J. A.; SMITH, W. A. Effect of shade on various parameters of Friesian cows in a Mediterranean climate in South Africa. 3. Behavior. **South African Journal Animal Science**, v.24, p.61-66, 1994.
- NAAS, I de A. Efeito do ambiente na eficiência de produção de pequenos ruminantes. **Ecossistema**, v.11, p. 5-13, 1986.
- OART, A. H. The energy cycles of the earth. **Scientific American**, New York, v.223, p.54-124, 1970.
- PENNINGTON, J. A., ALBRIGHT, J. L., CALLAHAM, C. J. Relationships of sexual activities in estrous cows to different frequencies of observations and pedometer measurements. **Journal Dairy Science**, Champaign, v.69, p. 2925-2938, 1986.

- PERERA, K.S., GWAZDAUSKAS, F. C., PEARSON, R. E. et al. Effect of season and stage of lactation on performance of Holsteins. **Journal Dairy Science**, Champaign, v.69, p. 228-236, 1986.
- PIRES, M. F. A. ***Comportamento, parâmetros fisiológicos e reprodutivos de fêmeas da raça holandesa confinadas em free stall, durante o verão e o inverno.*** Belo Horizonte: UFMG/Escola de Veterinária , 1997. 151p. Tese Doutorado.
- RICHARDS, J. I. Milk production of Friesan cows subjected to high daytime temperatures when allowed food either as lib or at night time only. **Tropical Animal Health Production**, Edinburgh, v.17, p.141-152, 1985.
- ROMAN-PONCE, H., THATCHER, W. W. , BUFFINGTON, D. E., et al. Physiological and production responses of dairy cattle to shade structure in a subtropical environment. **Journal Dairy Science**, Champaign, v.60, p.424-35, 1977
- SHEARER, J. K. , BEEDE, D. K. Heat stress, Part 1: thermoregulation and physiological responses of dairy cattle in hot weather. **Agri-Pratice**, Santa Bárbara, v.11, p. 5-17, 1990.
- SHULTZ, T. A.; Weather and shade effects on cow corral activities. **Journal Dairy Science**, Champaign, v.67, p. 868-873, 1983.
- STOBER, M. Identificação, anamnese, regras básicas da técnica do exame clínico geral. In: ROSEMBERG (ed). **Exame clínico dos bovinos**, 3.ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993 . 419 p.
- STOTT, G. H. What is animal stress and how it is measured? **Journal Animal Science**, Champaign, v.52, p. 150-157, 1981.

- STRICKLIN, W. R. , KAUTZ-SCANAVY, C. C. The role of behavior in cattle production: a review of research. **Applied Animal Ethology**, Amsterdam, v.11, p.359-390, 1984.
- VALTORTA, S , GALLARDO, M. El estres por calor en produccion lechera. **Temas de Produccion Lechera**, n.81, outubro, p.85-112, 1996.
- VASILATOS, R. , WANGSNESS, P, J. Feeding behavior of lactation dairy cows as measured by time-lapse photography **Journal Dairy Science**, Champaign, v.63, p. 412-416, 1980.
- YOUSEF, M. K. **Stress physiology in livestock**. Boca Ratton; CRC PRESS, 1985, 217p.
- WOLFENSON, D., FLAMENBAUM, I., BERMAN, A. Hyperthermia and body energy store effects on estrous behavior, conception rate, and corpus luteum function in dairy cows. **Journal Dairy Science**, Champaign, v.71, p. 3497-3504, 1988.

Tabela I Índice Temperatura - Umidade (THI) [Estresse ameno: 72-79; Estresse moderado: 80-89; Estresse severo: 90-98]

°C	UMIDADE RELATIVA %																			
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
22,2		S E M E S T R E S S E																72	72	
22,7																		72	73	
23,3																		73	74	
23,8																		74	75	
24,4																		75	76	
25,0																		76	77	
25,5																		77	78	
26,1																		78	79	
26,6																		79	80	
27,2																		80	81	
27,7																	81	82		
28,3																	82	83		
28,8																	83	84		
29,4																	84	85		
30,0																	85	86		
30,5																	86	87		
31,1																	87	88		
31,6																	88	89		
32,2																	89	90		
32,7																	90	91		
33,3																	91	92		
33,8																	92	93		
34,4																	93	94		
35,0																	94	95		
35,5																	95	96		
36,1																	96	97		
36,6																	97	98		
37,2																	98	99		
37,7																				
38,3																				
38,8																				
39,4																				
40,0																				
40,5																				
41,1																				
41,6																				
42,2																				
42,7																				
43,3																				
43,8																				
44,4																				
45,0																				
45,5																				
46,1																				
46,6																				
47,2																				
47,7																				
48,3																				
48,8																				

Fonte: Desenvolvido por Dr. Frank Wiersma, Universidade do Arizona.

Tabela 2 – Médias ajustadas do tempo despendido por vacas Holandesas em pastagem de Alfafa e *Coast-cross* nas atividades de pastejo (TP), ruminação (TR) e ócio (TO), em duas estações do ano.

Estação	Alfafa			Coast-cross		
	TP	TR	TO	TP	TR	TO
Verão	6h ^a	3h e 54min ^a	11h e 24min ^a	5h e 54min ^a	3h e 36min ^a	9h e 12min ^a
Inverno	8h e 30min ^b	4h e 18min ^a	8h ^b	7h e 48min ^b	5h e 12min ^b	5h e 12min ^b

(médias seguidas por letras iguais diferem ($p>0,01$) pelo teste Tukey). Fonte: PIRES (1997).

Tabela 3 – Médias ajustadas do tempo despendido por vacas Holandesas confinadas em *free stall*, nas atividades de alimentação (TA), ruminação (TR) e ócio (TO), em duas estações do ano.

Estação	TA	TR	TO
Verão	4h e 25min ^a	7h e 20min ^a	10h e 35min ^a
Inverno	5h e 10min ^b	7h e 55min ^b	09h e 33min ^b

(médias seguidas por letras iguais diferem ($p>0,05$) pelo teste Tukey). Fonte: PIRES (1997).

Tabela 4 – Médias ajustadas do tempo, em 24hs, que vacas Holandesas em pastagens de Alfafa e *Coast-cross*, permaneceram em pé (TEp) ou deitadas (TD), em duas estações do ano.

Estação	Tep	TD	TEp	TD
Verão	11h e 36min	12h e 18min	12h e 05min	11h e 48 min
Inverno	12h e 42min	10h e 42 min	11h e 48min	12h e 05min

Fonte: PIRES (1997).

Tabela 5 – Médias ajustadas do tempo que vacas Holandesas confinadas em *free stall*, permaneceram nas posições deitada (TD) ou de pé (TEp), em duas estações do ano.

Estação	TD	TEp	TEp1(min.)*
Verão	11h e 06min ^a	11h e 14min ^a	06h e 50min ^a
Inverno	11h e 58min ^b	10h e 22min ^b	05h e 22min ^b

(médias seguidas por letras iguais diferem ($P>0,05$) pelo teste Tukey). Fonte: PIRES (1997).

* TEp1 = tempo em que os animais permaneceram de pé eliminando, da análise, os dados referentes ao tempo de alimentação.

Tabela 6 – Ingestão de água (litros) por categoria de acordo com a temperatura ambiente.

Categoria	Temperatura Ambiente			
	0,5°C	10°C	21°C	32°C
Vaca seca 630 kg	22,5	35,0	47,5	55,0
Final lactação	32,5	35,0	47,5	55,0
Vacas produzindo 20 λ de leite	60,0	63,0	80,0	100,0
Vacas produzindo 30 λ de leite	100,0	102,0	130,0	170,0

Fonte: KRAMER (1993).