

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

SISTEMA SILVIPASTORIL NA MELHORIA
DO BEM-ESTAR DE BOVINOS DE CORTE

Autor: Marcio Antonio Baliscei
Orientador: Prof. Dr. Orlando Rus Barbosa

MARINGÁ
Estado do Paraná
Julho – 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

SISTEMA SILVIPASTORIL NA MELHORIA
DO BEM-ESTAR DE BOVINOS DE CORTE

Autor: Marcio Antonio Baliscei
Orientador: Prof. Dr. Orlando Rus Barbosa

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - área de concentração: Produção Animal/Bioclimatologia

MARINGÁ
Estado do Paraná
Julho – 2011

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

B431s Baliscei, Marcio Antonio, 1962-
Sistema silvipastoril na melhoria do bem-estar de
bovinos de corte / Marcio Antonio Baliscei. --
Maringá, 2011.
48 f. : il., figs., tabs. #

Orientador: Prof. Dr. Orlando Rus Barbosa.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa de
Pós-Graduação em em Zootecnia, Área de concentração:
Produção Animal /Bioclimatologia, 2011

1. Bovinos de corte - Silvipastoril -
Comportamento ingestivo - Bem-estar - Índices -
Conforto térmico. 2. Microclima - Sombra -
Verão/inverno - Índices - Silvipastoril. 3.
Comportamento - Bem-estar - Estações do ano - Nelore
- Sombra. I. Barbosa, Orlando Rus, orient. II.
Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências
Agrárias. Programa de Pós-Graduação em em Zootecnia.
III. Título.

CDD 21.ed. 636.2

ZSS-000242



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**SISTEMA SILVIPASTORIL NA MELHORIA
DO BEM ESTAR DE BOVINOS DE CORTE**

Autor: Márcio Antonio Balisnei
Orientador: Prof. Dr. Orlando Rus Barbosa

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração Produção
Animal


APROVADA em 26 de julho de 2011.



Prof. Dr. Júlio Cesar Damasceno



Prof. Dr. Marcos Chiquitelli Neto



Prof. Dr. Orlando Rus Barbosa
(Orientador)

“O senhor é o meu pastor, nada me faltará.
Em verdes prados ele me faz repousar.
Conduz-me junto a águas refrescantes,
Restaura as forças de minha alma.
Pelos caminhos retos ele me leva,
por amor de seu nome.”

Salmo de Davi 22:2-3

Ao

meu pai, Martim Baliscai (*in memoriam*), que me ensinou o valor das pessoas.

À

minha mãe, Aparecida Lazarim Baliscai, pela liberdade, confiança, e carinho.

Aos

meus irmãos, Marcos, Mauro, Célia e Marcelo, por sempre poder contar.

À

minha esposa, Mary, pela compreensão, apoio e amor sempre demonstrado.

Às

minhas filhas, Mariana e Marina, razão maior de tudo que faço, meu carinho e amor.

Aos

colegas, Wander de Souza e Jair Marques, companheiros nesta caminhada.

Aos

animais, seres sencientes, que sofrem desconforto mas que têm poucas defesas contra o ser humano, e que sem eles este trabalho não seria possível.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida.

À Emater, pela oportunidade oferecida e apoio para a realização deste curso.

À Universidade Estadual de Maringá, por ter-me possibilitado desenvolver este trabalho.

Ao Prof. Dr. Orlando Rus Barbosa, pela dedicada orientação, ensinamentos, estímulo e amizade.

Ao Departamento de Zootecnia, UEM, que muito contribuiu para a realização deste curso.

À família Balistieri, pelo fornecimento de seus animais e de suas instalações para a execução deste trabalho.

Aos Professores do Programa de Pós-graduação em Zootecnia da UEM, pelos valiosos ensinamentos.

Aos colegas de curso, Kátia Regina Ostrovski, Rejane Stubs Parpinelli, Arielen Patrícia Balista Casagrande e Rodrigo de Souza, pela amizade, em especial ao Alexandre Krutzmann e Edicarlos Oliveira Queiroz, pela amizade, apoio e demonstração de companheirismo.

Aos Secretários do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Denilson dos Santos Vicentim e Rose Mary Pepinelli, e do DZO, Elizabete dos Santos e Francisco Wilson de Oliveira, sempre atenciosos e prestativos.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

MARCIO ANTONIO BALISCEI, filho de Martim Baliscei (*in memoriam*) e Aparecida Lazarim Baliscei, nasceu em Mandaguaçu, Paraná, no dia 12 de junho de 1962.

Em dezembro de 1986, concluiu o curso de Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá.

Em junho de 1987, foi contratado pelo Instituto Emater onde exerce a função de Extensionista municipal no escritório local de Terra Rica-PR.

Em março de 2009, iniciou no Programa de Pós-graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, área de concentração Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de Bioclimatologia.

No dia 26 de julho de 2011, submeteu-se à banca para defesa da Dissertação.

ÍNDICE

	Pagina
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xiii
I – INTRODUÇÃO GERAL	1
1.1 Sistema silvipastoril	3
1.1.1 Pecuária	4
1.1.1.1 <i>Animal</i>	4
1.1.1.2 <i>Pastagem</i>	5
1.1.1.3 <i>Árvore</i>	6
1.2 Comportamento ingestivo	6
1.2.1 Pastejo	7
1.2.2 Ruminação	8
1.2.3 Ócio	8
1.3 Clima e comportamento animal	9
1.4 Conforto térmico e bem-estar	10
1.5 Índices de conforto térmico	11
1.5.1 Índice de temperatura do globo e umidade (ITGU)	11
1.5.2 Índice de carga de calor (ICC)	12
1.5.3 Carga térmica radiante (CTR)	12
Referências	13
II – OBJETIVOS GERAIS	18

III – MICROCLIMA EM SISTEMAS COM E SEM SOMBRA NO VERÃO E INVERNO	19
Resumo	19
Abstract	19
Introdução	20
Material e métodos	20
Resultados e discussão	23
Conclusão	31
Referências	31
IV – COMPORTAMENTO DE BOVINOS DE CORTE E O MICROCLIMA EM SISTEMA COM E SEM SOMBRA	34
Resumo	34
Abstract	34
Introdução	35
Material e métodos	36
Resultados e discussão	39
Conclusão	46
Referências	46

LISTA DE TABELAS

		Página
III – Microclima em sistema com e sem sombra no verão e inverno		
Tabela 1	Valores médios e erros-padrão da temperatura do ar (Ta) (°C), da umidade relativa do ar (UR) (%), da temperatura do globo negro (Tg) (°C), da velocidade do vento (Vv) (m s ⁻¹), do índice de temperatura globo e umidade (ITGU), do índice de carga de calor (ICC) e da carga térmica radiante (CTR) (W m ⁻²) nos diferentes sistemas	24
Tabela 2	Valores médios e erros-padrão da temperatura do ar (Ta) (°C), temperatura do globo negro (Tg) (°C), velocidade do vento (Vv) (m s ⁻¹) índice de temperatura globo e umidade (ITGU) e índice de carga de calor (ICC) e carga térmica radiante (CTR)(W m ⁻²), em função das estações do ano	28
Tabela 3	Valores médios e erros-padrão da carga térmica radiante (CTR) (W m ⁻²) em função da estação do ano e do sistema utilizado	29
Tabela 4	Coeficiente de correlação (r) de Pearson da temperatura do globo negro (Tg), temperatura do ar (Ta), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (Vv), carga térmica radiante (CTR), índice de temperatura globo e umidade (ITGU), índice de carga de calor (ICC)	31
IV – Comportamento de bovinos de corte e o microclima com e sem sombra		
Tabela 1	Disponibilidade de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) de folha e colmo; relação folha:colmo (F:C); MS de material morto (MM); oferta de forragem (OF) nos diferentes tratamentos	39
Tabela 2	Valores médios, mínimos (mín.) e máximos (máx.) das temperaturas do globo negro (Tg) e do ar (Ta), da umidade relativa do ar (UR), da velocidade do vento (Vv), do índice de temperatura globo e umidade (ITGU) e da carga térmica radiante (CTR), nas estações e nos sistemas	40

Tabela 3	Valores médios e erros-padrão da porcentagem dos comportamentos pastando (PAST), ruminando deitado (RUDEIT) e ócio deitado (OCDEIT), dos animais de acordo com as estações do ano	42
Tabela 4	Valores médios e erros-padrão da porcentagem do comportamento ruminando em pé (RUEMP) dos animais em função da estação do ano e o tipo de sistema utilizado	44
Tabela 5	Valores médios e erros-padrão da porcentagem do comportamento ócio em pé (OCEMP) dos animais em função da estação do ano e o tipo de sistema utilizado	45

LISTA DE FIGURAS

Página

III – Microclima em sistema com e sem sombra no verão e inverno

- Figura 1 Índice de precipitação pluviométrica (mm) durante os meses de coleta dos dados 24
- Figura 2 Valores da temperatura do ar (Ta) (■) $Ta = 16,06 + 1,00H - 0,03H^2$ ($r^2 = 0,56$)(a); Umidade relativa do ar (UR): (■) $UR = 87,99 - 3,80H + 0,12H^2$ ($r^2 = 0,50$)(b); Velocidade do vento (Vv): (■) $Vv = 2,85 + 0,41H - 0,02H^2$ ($r^2 = 0,69$)(c), em função da hora de observação 25
- Figura 3 Valores da temperatura do globo negro (Tg): (◆) $SP = 12,99 + 2,52H - 0,09H^2$ ($r^2 = 0,56$); (■) $SS = 11,71 + 3,28H - 0,13H^2$ ($r^2 = 0,59$)(a); Índice de temperatura globo e umidade (ITGU): (◆) $SP = 60,43 + 2,50H - 0,09H^2$ ($r^2 = 0,58$); (■) $SS = 59,15 + 3,29H - 0,13H^2$ ($r^2 = 0,58$)(b); Carga térmica radiante (CTR): $SP = 296,28 + 56,22H - 2,30H^2$ ($r^2 = 0,58$); $SS = 229,40 + 90,75H - 3,75H^2$ ($r^2 = 0,61$) (c); Índice de carga de calor (ICC): $SP = 65,05 + 2,14H - 0,08H^2$ ($r^2 = 0,58$); $SS = 63,05 + 3,09H - 0,12H^2$ ($r^2 = 0,62$)(d), em função da hora de observação nos sistemas 26
- Figura 4 Valores da temperatura do globo (Tg): (■) Verão = $15,54 + 3,21H - 0,12H^2$ ($r^2 = 0,63$); (◆) Inverno = $9,16 + 2,60H - 0,09H^2$ ($r^2 = 0,49$)(a); Umidade relativa do ar (UR) : (■) Verão = $94,12 - 4,17H + 0,14H^2$ ($r^2 = 0,59$); (◆) Inverno = $81,85 - 3,44H + 0,09H^2$ ($r^2 = 0,42$)(b); Carga térmica radiante (CTR) : (■) Verão = $323,13 + 63,54H - 2,64H^2$ ($r^2 = 0,67$); (◆) Inverno = $202,56 + 83,43H - 3,40H^2$ ($r^2 = 0,53$)(c), em função da hora de observação nas estações 30

IV – Comportamento de bovinos de corte e o microclima com e sem sombra

- Figura 1 Porcentagem do tempo dos animais nos diferentes comportamentos - ((-■-) PAST = $5,75 + 6,24H - 0,2H^2$ ($r^2 = 0,14$) (-■-) RUEMP = $6,16 + 0,32H - 0,015H^2$ ($r^2 = 0,013$) (-▲-) RUDEIT = $49,81 - 5,34H + 0,19H^2$ ($r^2 = 0,21$); (-×-) OCDEIT = $34,03 - 3,14H + 0,11H^2$ ($r^2 = 0,11$); (-+-) OCEMP = $4,24 + 1,92H - 0,08H^2$ ($r^2 = 0,14$)), em função da hora do dia 41

RESUMO

Avaliaram-se o microclima e o comportamento ingestivo de 24 novilhos anelados, em sistema sem sombra (SS) e silvipastoril (SP) com eucalipto, no verão e inverno, mantidos em pasto de grama estrela (*Cynodon plectostachyus*), com média de 18 meses e peso vivo de 294,5 kg. Foram medidas as variáveis temperatura do ar (Ta), globo negro (Tg), umidade relativa (UR), velocidade do vento (Vv), a cada 2h por 24h entre renques e na sombra (SP) e sem efeito de sombra (SS). Para a observação de comportamento, foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado com duas estações, dois tratamentos, 24h e 12 repetições. As observações foram realizadas por três dias, durante 24h, com intervalo amostral de 15 min. Para as observações do microclima, o delineamento foi em blocos casualizado (mês), na parcela (sistema), na subparcela (horas) e na sub-subparcela (estação). Os comportamentos pastando (PAST) e ruminando deitado (RUDEIT) foram influenciados pela hora com máximo de 52,1% para PAST e mínima de 12,3% para RUDEIT, ambos às 14h. O comportamento ócio deitado (OCDEIT) foi influenciado pela hora e estação, sendo valor mínimo de 11,6% às 14h no verão (23,9%) e inverno (13,9%). Ruminando em pé (RUEMP), sem efeito da hora do dia, porém sofreu interação estação x sistema, sendo de 9,43 e 6,19% (verão); e 4,36 e 8,27% (inverno), respectivamente, para SP e SS. Ócio em pé (OCEMP) sofreu efeito da hora, com máximo de 15,8% às 14h, e interação estação x sistema, sendo de 20,10 e 8,82% (verão); e 9,05 e 8,44% (inverno), respectivamente, para SP e SS. O sistema SP alterou o ambiente afetando o tempo de RUEMP e OCEMP. Com exceção da Ta e UR, a Tg (24,73 e 26,41°C), Vv (3,16 e 4,57 m s⁻¹), ITGU (71,83 e 73,84), ICC (74,53 e 76,11) e CTR (526,46 e 595,80 W m⁻²), respectivamente, para SP e SS, foram maiores no SS. A Ta, UR e Vv, sofreram efeito quadrático da hora do dia. Com efeito da estação a Ta (27,55; 14,93°C), UR (72,11; 60,68%), Tg (29,80; 21,33°C), ITGU

(80,04; 65,63), ICC (81,64; 69,00) e CTR (575,65; 546,61 W m⁻²), respectivamente, no verão e inverno. A Tg, UR e CTR sofreram interação da hora x estação, e efeito quadrático; a CTR sofreu interação sistema x estação. A Tg correlacionou-se com ITGU (0,962), ICC (0,956) e CTR (0,809). O sistema silvipastoril diminuiu a Tg e Vv, e tornou o ambiente mais harmônico diminuindo as diferenças climáticas entre estações.

Palavras-chave: bem-estar, conforto, estação do ano, Nelore, silvipastoril, sombra.

ABSTRACT

There were evaluated the microclimate and feeding behavior of 24 Zebu steers in a system without shadow (SS) and silvopastoral (SP) with eucalyptus in summer and winter, maintained in star grass (*Cynodon plectostachyus*), with an average of 18 months and live weight of 294.5 kg. The variables measured were air temperature (Ta), black globe (Bt), relative humidity (RH), wind speed (Ws), at every 2 hours for 24 hours (between rows and in the shadow (SP) and no effect shade (SS)). For the observation of behavior, it was used a completely randomized design with two season, two treatments, twenty-four hours and twelve repetitions. The observations were carried out for 24 hours for three days, every 15 minutes. For the observations of the microclimate, the design was a randomized blocks (months) in plots (system), the subplot (hours) and the sub-subplot (season). The grazing behavior (PAST) and lying ruminating (RUDEIT) were influenced by the hour with a maximum of 52.1% for PAST and minimum of 12.3% for RUDEIT, both at 14h. The behavior lying idle (OCDEIT) was influenced by hours and season, being a minimum value of 11.6% at 14h in summer (23.9%) and winter (13.9%). Standing ruminating (RUEMP) without effect of hour, suffered interaction of season x system, being 9.43 and 6.19% (summer), and 4.36 and 8.27% (winter), respectively, for SP and SS. Standing idle (OCEMP) was affected by the hour, with maximum 15.8% at 14h, and interaction system x season, being 20.10 and 8.82% (summer), and 9.05 and 8.44% (winter), respectively, for SP and SS. The SP system has changed the environment affecting the time of RUEMP and OCEMP. With the exception of Ta and RH, the Bt (24.73 and 26.41°C), Ws (3.16 and 4.57 m s⁻¹), BGHI (71.83 and 73.84), HLI (74.53 and 76.11) and RTL (526 , 46, and 595.80 W m⁻²), respectively, for SP and SS were higher in SS. Ta, RH and Ws, had a quadratic effect of hour of day. With effect of station the Ta (27.55, 14.93°C), UR

(72.11, 60.68%), Bt (29.80, 21.33°C), BGHI (80.04, 65.63), HLI (81.64, 69.00) and RTL (575.65, 546.61 W m⁻²), respectively, in summer and winter. Bt, RH and RTL, suffered an interaction of season x time, and quadratic effect, the RTL showed an interaction of system x season. Bt was correlated with BGHI (0.962), HLI (0.956) and RTL (0.809). Silvopastoral system decreased the Bt and Ws, and made more harmonious environment by decreasing the climatic differences between seasons.

Key words: welfare, comfort, season, cattle, silvopastoral, shadow.

I – INTRODUÇÃO GERAL

A pecuária brasileira é uma das mais modernas do mundo registrando um crescimento marcante com o maior rebanho do mundo, com 207 milhões de cabeças, ultrapassando em números o rebanho da Índia, sendo que em 2009 o Brasil exportou o volume de 2,2 milhões de toneladas equivalente à carcaça e à receita cambial de US\$ 5,3 bilhões, com participação de 28% do comércio internacional. As projeções de produção indicam crescimento para o período de 2009/2010 a 2019/2020 de 2,15% ao ano, passando de 7,83 para 9,92 milhões de toneladas (MAPA, 2010).

Sustentabilidade é tema atual e cada vez mais discutido no desenvolvimento agropecuário do Brasil. Este tem experimentado grande desenvolvimento tecnológico e produtivo no agronegócio, ampliando as exportações, a renda dos produtores, a oferta de alimentos com melhor qualidade e menor custo aos consumidores. No entanto, dois aspectos chamam a atenção quando se analisa sustentabilidade: o uso do solo com preparo excessivo e monocultivos, e a degradação das pastagens (MACEDO, 2009).

A tendência nos mercados agrícolas mundiais é definida por mudanças na demanda e produção de commodities agrícolas. Alguns dos países emergentes, o Brasil em particular, estão aumentando sua produção agrícola para exportação. Os varejistas globais e os processadores privados estão estabelecendo novos padrões de exigências e da mesma forma o consumidor exige produção com práticas ambientais mais sustentáveis aumentando a preocupação sobre a forma como os alimentos são produzidos. A aceitação de produtos com atributos definidos como saudáveis assumiram um perfil mais proeminente nas mentes dos consumidores e o ambiente, bem-estar animal e a saúde humana têm modificado o perfil dos sistemas de produção de alimentos (AAFC, 2011).

A sciência animal é a capacidade consciente de perceber o meio que o rodeia e tem sido comprovada nas mais diferentes espécies animais. Segundo Molento et al. (2009), mesmo que não há provas cartesianas da sciência em todas as espécies animais, também não há provas da ausência. Com isto, no Protocolo de Proteção e Bem-estar Animal que foi anexado ao tratado que estabeleceu a Comunidade Europeia (CE), não só reconhece os animais como “seres sencientes” como também requer que os países membros da Comunidade Europeia estabeleçam políticas voltadas para o bem-estar dos animais de produção (PAIXÃO, 2005).

A irradiação solar, a temperatura, umidade do ar e a velocidade do vento atuam sobre o animal, sendo que em determinadas situações podem causar estresse ambiental.

A intensidade da radiação solar é maior na região atravessada pelo Trópico de Capricórnio (23°27'S) do que em regiões temperadas, principalmente no verão, e por se encontrar em uma zona de transição entre os climas Tropical e Subtropical, observa-se acentuada variação do tempo atmosférico tanto anual, sazonal, como mensal e diária, especialmente dos pontos de vista térmico e pluviométrico. Variação essa decorrente da alternância dos sistemas atmosféricos tropicais e extratropicais atuantes na região (SILVEIRA, 2006).

A classificação do clima da região, de acordo com Köppen, é do tipo Cfa subtropical úmido mesotérmico, caracterizado por apresentar verões quentes e geadas pouco frequentes, com tendência à concentração das chuvas nos meses de verão, sem estação seca definida (CAVIGLIONE et al., 2000).

Barbosa et al. (2001), pesquisando o zoneamento bioclimático da ovinocultura no Estado do Paraná, comentam que o estabelecimento de um sistema de criação economicamente viável em determinada região requer a escolha de raças ou variedades que sejam perfeitamente adequadas às condições ambientais locais e entre os fatores mais importantes e condicionantes estão os elementos climáticos.

Uma maneira de diminuir o impacto dos elementos climáticos seria a adoção de sistemas silvipastoris, que beneficia as plantas e os animais com a proteção oferecida pelas copas das árvores, também aumentar a proteção contra o processo erosivo do solo por diminuirmos o impacto das chuvas. Por outro lado, o seu sistema radicular forma barreiras, impedindo o arraste de partículas do solo, bem como podem absorver os nutrientes das camadas mais profundas, translocando-os para as folhas que após sua queda e decomposição são fontes de adubação orgânica o que melhoram as características físicas e químicas do solo (MONTAGNINI, 1992).

Os sistemas silvipastoris têm sido amplamente estudados e aplicados na agropecuária tropical e subtropical visando otimizar a utilização das áreas. Contudo, o ideal é o planejamento dos espaçamentos entre árvores, desde seu estabelecimento, para que as plantas adaptem-se ao nível de sombreamento, permitindo crescimento equilibrado entre as árvores e a pastagem (SOARES et al., 2009).

O recente aumento dos preços dos insumos em relação aos preços da carne reduziu a vantagem comparativa da produção pecuária. Entre 2004 e 2008, enquanto os preços médios da carne bovina variaram de 54%, os custos de produção aumentaram 380% para carne (principalmente fertilizantes para pastagens) dificultando a recuperação somente pelo uso deste insumo. Universidades e institutos de pesquisa na América Latina e Caribe e outras regiões têm desenvolvido uma série de tecnologias para recuperação de pastagens degradadas e facilitar a intensificação sustentável da pecuária usando integração da agricultura pecuária e silvicultura. É recomendado que governos latino-americanos e universidades aumentem as pesquisas e cooperação entre países para facilitar a transferência de conhecimento e experiência nesta área (CEPAL, 2009).

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar o efeito da presença de árvores na formação de microclima e o comportamento ingestivo de novilhos anelados no verão e inverno.

1.1 Sistema silvipastoril

Os sistemas silvipastoris são arranjos de técnicas alternativas de uso de solo, combinando espécies florestais e atividades pecuárias. Os sistemas silvipastoris auxiliam na reversão de áreas alteradas e contribuem para elevar a biodiversidade. Eles exploram eficientemente os recursos naturais, controlam o processo erosivo, melhoram a estrutura do solo e equilibram a atividade dos micro-organismos, promovem a formação de pastagens de melhor qualidade, além de proporcionar ambiência animal em função do sombreamento das pastagens. Também servem como barreira contra os ventos, diminuindo o estresse térmico e melhoram o desempenho animal diminuindo a demanda evaporativa das plantas herbáceas dos sub-bosques em relação às variações microclimáticas (CASTRO et al., 2008).

Principalmente em regiões de clima quente, para atenuar o estresse térmico, o rebanho bovino em condições de pasto pode se beneficiar com o uso de sombra natural

(LEME et al., 2005). Portanto, a provisão de sombra é uma das primeiras medidas usadas como modificação do ambiente para proteger o animal do excessivo ganho de calor proveniente da radiação solar e, assim, prevenir o estresse calórico.

Souza et al. (2010), verificando se a presença de árvores e sua altura em sistemas silvipastoris formados com eucalipto plantados em renques poderiam alterar o microclima e melhorar o ambiente para a criação de bovinos durante o dia no verão, concluíram que a presença de árvores é um eficiente meio para proporcionar melhora nas condições ambientais mas não proporcional à altura das fileiras.

1.1.1 Pecuária

Estima-se que, no Brasil, a área ocupada por pastagens representa 23% de sua superfície de terra, o que equivale acerca de 200 milhões de hectares de pastagens (CEPAL, 2009).

De acordo com Costa et al. (2010), a forma extrativista de exploração pecuária vem aumentando as áreas degradadas de pastagem ou em processo de degradação o que para Castro et al. (2008) é resultado do manejo inadequado da forrageira com ausência de adubação e do animal com a superlotação, além do uso de espécies de gramíneas não-adaptadas às condições edafoclimáticas locais, reduzindo a disponibilidade e o valor nutritivo das pastagens, alcançando estágio de degradação e consequente invasão de plantas indesejáveis.

Nepomuceno e Silva (2009), caracterizando sistemas silvipastoris em 43 propriedades da região Noroeste do Paraná, observaram que a prática silvipastoril já faz parte da cultura produtiva local, em particular das propriedades com pecuária de corte.

1.1.1.1 Animal

São poucos os trabalhos que avaliam o desempenho animal em sistemas silvipastoris, notadamente em ganho de peso de novilhos de corte. A maioria dos trabalhos está relacionada a condições do ambiente e à produção e qualidade da forragem.

Paciullo et al. (2009), avaliando as características do pasto e o desempenho de novilhas oriundas do cruzamento Holandês x Zebu, em sistema silvipastoril (SSP) e em monocultivo de braquiária (*Urochloa decumbens*), encontraram que as características

do pasto, o consumo e o ganho de peso não variaram com o sistema, porém, pelas reduções na quantidade e no valor nutritivo da forragem, apresentaram valores maiores na época chuvosa do que na época seca, respectivamente: massa de forragem pré-pastejo, 1.525 e 964 kg ha⁻¹; teores de proteína bruta na gramínea, 9,3 e 8,2%; digestibilidade “in vitro” da matéria seca, 56,1 e 50,3%; consumo de matéria seca, 2,3 e 1,6% do peso vivo; ganho de peso de 625 e 242 g por dia por novilha. Os autores concluíram que o sombreamento moderado não interfere na capacidade de suporte do pasto, no valor nutritivo, no consumo de matéria seca e no desempenho de novilhas leiteiras e que o consumo de pasto e o ganho de peso são reduzidos em ambos os sistemas no período das secas.

Lourenço Junior et al. (2007), a fim de determinar as variáveis produtivas de búfalos criados em sistema silvipastoril em pastejo rotacionado intensivo em área de grama estrela (*Cynodon nlemfuensis*), observaram ganhos de até 1,3 kg animal⁻¹ dia⁻¹. Nos períodos mais e menos chuvosos encontraram que a disponibilidade, os níveis de proteína bruta do caule, folha e planta inteira, bem como a digestibilidade da forrageira foram satisfatórios, para manutenção e destacado desempenho produtivo dos animais. Os autores destacaram que o excelente aspecto vegetativo das essências florestais do sistema silvipastoril permitiu melhor conforto térmico, contribuindo para melhor desempenho animal.

1.1.1.2 Pastagem

Um dos requisitos para o sucesso de sistemas silvipastoris sustentáveis deve-se à seleção de espécies para compor esses sistemas. Em se tratando de plantas forrageiras, há a necessidade de que sejam tolerantes ao sombreamento, pois as alterações microclimáticas influenciam na disponibilidade de água e na fertilidade do solo, interferindo no crescimento das plantas, em virtude das alterações provocadas pela redução da radiação fotossinteticamente ativa imposta pelas árvores, tanto em quantidade quanto em qualidade da luz (BARRO et al., 2008; CASTRO et al., 2008).

Soares et al. (2009), pesquisando sobre a influência da luminosidade no comportamento de 11 espécies forrageiras perenes de verão, concluíram que plantas sombreadas apresentam melhor qualidade, especialmente maior teor de PB na lâmina foliar e maior relação lâmina foliar:colmo, embora a produção de matéria seca seja mais reduzida com a presença de árvores.

1.1.1.3 Árvore

Nepomuceno e Silva (2009) verificaram que as modalidades mais difundidas na região são o plantio do componente arbóreo em curvas de nível, formando renques em nível com linha simples ou linha dupla, plantio em renques sem orientação definida e a formação de bosquetes, sendo que dentre as espécies florestais mais difundidas estão a *Grevillea robusta* e espécies do gênero *Eucalyptus*. Já em relação ao gênero *Eucalyptus*, ocorre grande variedade de espécies entre as propriedades, numa mesma área e também na mesma linha, concluindo que estes sistemas ainda não desempenham o total de sua potencialidade, principalmente porque o potencial madeireiro não é aproveitado economicamente.

Trabalhos específicos de rendimento de madeira em sistemas silvipastoris são poucos, porém a utilização de espaçamentos similares sugere sua funcionalidade, sendo necessário o estabelecimento de práticas adequadas de formação e condução visando maior qualidade da madeira, notadamente em longo prazo.

Kruschewsky et al. (2007), avaliando o crescimento de eucalipto híbrido (*Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus urophylla*) em diferentes espaçamentos (3,33 m x 2 m; 3,33 m x 3 m; 5 m x 2 m e 10 m x 2 m), selecionado para madeira de serraria, não encontraram diferença no volume por planta até os 18 meses de idade, com diferença a partir dos 38 meses após o plantio, com maior volume no arranjo mais amplo, a partir do segundo ano, observou-se que o diâmetro à altura do peito (DAP) e o incremento corrente anual (ICA) foram diretamente proporcionais à área útil das plantas.

1.2 Comportamento ingestivo

Para a manutenção da vida, o objetivo primário de todos os animais é de se alimentarem. Assim, o conhecimento de alimentação e nutrição desses ruminantes bem como o conhecimento de seu comportamento ingestivo é fundamental para o sucesso da criação (MARQUES et al., 2005; MISSIO et al., 2010).

O estudo do comportamento ingestivo faz parte de uma importante visão de pesquisas com animais em pastejo, procurando melhor compreender as relações entre a planta, o animal e os fatores que podem interferir nos processos de busca e apreensão do

alimento, assumindo que os animais e a comunidade de plantas fazem parte de um ambiente complexo com diversas interações entre eles (PIAZZETTA et al., 2009).

Estudando o comportamento ingestivo dos ruminantes, poderemos adequar práticas de manejo que venham a aumentar a produtividade, garantindo também melhor estado sanitário e maior longevidade aos animais. A altura do dossel, a densidade, a disponibilidade, a morfologia, o valor nutritivo, e a preferência da forragem, a categoria, estado fisiológico, sanitário e seletividade do animal, topografia e temperatura do ambiente, entre outros, são fatores que afetam a ingestão e digestão de plantas forrageiras, interferindo diretamente no comportamento ingestivo de bovinos a pasto (SANTANA et al., 2010).

No comportamento ingestivo, vários são os parâmetros utilizados para avaliação e descrição, tais como: ruminação, tempo de ruminação, eficiência de ruminação e alimentação, tempo de alimentação, período de ruminação, dentre outros (LIMA et al., 2003).

Souza et al. (2010), observando o efeito da presença de árvores de diferentes alturas em sistema silvipastoril sobre o comportamento ingestivo de novilhas aneladas no verão, verificaram que a presença de árvores altera o comportamento dos animais no tempo e a frequência de pastejo e ócio entre os períodos da manhã e da tarde, mas não influencia o tempo e a frequência de ruminação.

1.2.1 Pastejo

Para Voisin (1974), o termo pastejo refere-se ao ato de comer a planta forrageira fresca no campo/pasto e para os ruminantes, de acordo com Grandim (2000), caracteriza-se por longos períodos de alimentação, de 4 a 12h por dia, concentrando-se nos finais de tardes e inícios de manhã.

O animal em pastejo está sob o efeito de muitos fatores que podem influenciar a ingestão de forragem, entre eles, sobressai a oportunidade de selecionar a dieta, pois o pastejo seletivo permite compensar a baixa qualidade da forragem, permitindo a ingestão de partes mais nutritivas das plantas (SANTANA et al., 2010).

Zanine et al. (2009), avaliando o comportamento ingestivo de vacas girolandas em pastagens de *Brachiaria brizantha* e Coast-cross, observaram que o pico de pastejo ocorreu no início da manhã e ao final da tarde, entre 16 e 17h. No período de 10 às 13h, os animais diminuíram significativamente o período de pastejo, o que resultou nos maiores tempos de ócio que podem ser explicados pelas altas temperaturas nesse

período que ultrapassaram os 36°C, ficando fora da zona de conforto térmico dos animais da raça zebuína, mostrando que as condições ambientais também influenciam o hábito de pastejo.

1.2.2 Ruminação

Van Soest (1994) afirma que o tempo de ruminação é influenciado pela natureza da dieta e parece ser proporcional ao teor de parede celular dos volumosos.

O período de ruminação é caracterizado como o tempo destinado pelo animal à mastigação do conteúdo ruminal previamente ingerido e é identificado por movimentos mandibulares de elevada regularidade, com ausência de movimentos de apreensão (BAGGIO et al., 2008).

Os ruminantes, ao ingerirem, mastigam o alimento superficialmente que é transportado até o rúmen e retículo e, após algum tempo, este alimento retorna à boca para a ruminação que é uma atividade que permite a redução do tamanho das partículas dos alimentos, favorecendo desta forma, a degradação e digestão, melhorando a absorção dos nutrientes. O tempo total de ruminação pode variar de 4 até 9h, sendo dividido em períodos de poucos minutos a mais de 1h. A atividade de ruminação pode ocorrer com o animal em pé ou deitado, sendo que esta última posição demonstra condição de conforto e bem-estar animal (MARQUES et al., 2005).

Vieira et al. (2007), em um experimento para avaliar o comportamento de novilhas em pastagens de *Brachiaria Brizantha* e Coast-cross em sistema de pastejo contínuo com taxas de lotação variável, observaram o tempo de pastejo de 7h57min e de 10h08min e para ruminação de 6h47min e 6h50min, respectivamente, sugerindo que o comportamento seletivo das novilhas sobre o Coast-cross fez com que as mesmas ingerissem material de boa qualidade e gastassem tempo de ruminação próximo ao observado para os dois tratamentos. Os resultados sugerem que houve mecanismo de compensação entre os tempos de pastejo e as taxas de bocado, de modo que os animais pudessem regular a quantidade de forragem ingerida.

1.2.3 Ócio

O comportamento dos animais possui caráter excludente, ou seja, o aumento ou redução do tempo em uma ou mais atividades altera proporcionalmente o tempo

destinado às demais atividades. Desta forma, eles estão sempre interligados e alterações que afetam o tempo de pastejo e ruminação ocasionam alterações proporcionais no tempo disponível para a realização de atividades como o ócio (CARVALHO et al., 2001).

É considerado ócio o tempo em que o animal não está ingerindo alimento, água e está ruminando. Este tempo pode variar com as estações do ano, sendo maior durante os meses mais quentes (MARQUES, 2000).

Sob estresse de calor, os bovinos alteram sua postura para aproveitar a dissipação de calor pelo vento, ficam mais quietos e com movimentação reduzida, para diminuir o calor gerado pelos movimentos, aumentando o ócio. Entre outras alterações comportamentais, a modificação no padrão de ingestão de alimentos, incluindo redução no tempo de ingestão e tempo dedicado à ruminação, afeta a produtividade do animal (FERREIRA et al., 2006).

1.3 Clima e comportamento animal

O clima é um dos fatores mais importante a ser considerado na produção animal. As alterações climáticas mudam o comportamento fisiológico dos animais, ocasionando um declínio na produção, principalmente, no período de menor disponibilidade de alimentos. A alta temperatura, associada à umidade relativa do ar elevada, são os parâmetros climáticos que exercem maiores efeitos sobre o desempenho dos rebanhos em clima quente (MARQUES et al., 2005). Segundo Silva (2008), as condições ambientais que preenchem as exigências da maior parte dos animais são: temperatura entre 13 e 18°C e umidade relativa do ar entre 60 e 70%.

Uma das formas de estabelecer se um animal se encontra em uma condição positiva de bem-estar é por meio de sua saúde, produção, reprodução e comportamento. Na avaliação comportamental, deve ser observado o nível de agressividade entre os animais, tempo de ruminação, tempo de permanência em pé, tempo em ócio, procura por ambientes mais frescos etc. (LEME et al., 2005). Esses fatores comportamentais são indicativos do nível de estresse em que os animais se encontram.

1.4 Conforto térmico e bem-estar

Admitindo-se que sistemas mais extensivos ofereçam melhores condições de bem-estar animal (BEA), o Brasil tem uma posição privilegiada, favorecida pelas condições climáticas e pelo baixo custo de terras e mão-de-obra, se comparado aos mesmos parâmetros existentes para os produtores europeus. Entretanto, uma pecuária mais extensiva, apesar de apresentar maior potencial de BEA, não significa automaticamente melhor qualidade de vida para os animais. A atuação de profissionais conhecedores dos princípios básicos da ciência do BEA é indispensável para se incorporar de maneira organizada a preocupação com BEA na pecuária nacional (MOLENTO, 2005).

Os animais homeotérmicos devem manter a temperatura corporal dentro de limites estreitos ao longo das 24h do dia. Para tanto, deve haver um equilíbrio entre a termogênese (produção de calor) e a termólise (perda de calor) durante esse período. Esses processos são regulados pela modulação da termogênese e da intensificação de diferentes mecanismos de termólise. A ativação desses mecanismos se dá principalmente a partir das variações na temperatura do ar (BARBOSA et al., 2004).

Desta forma, Silva (2008) explica que há limites de temperatura nos quais os animais encontram-se na “zona de conforto térmico” (ZCT), onde mantém a homeotermia com o mínimo de esforço do sistema termorregulador, não havendo sensação de frio ou calor sendo que quando a temperatura ambiente ultrapassa estes limites, os animais passam a sofrer estresse térmico e, para este autor, a ZCT para zebuínos varia de 7 a 35°C.

O monitoramento das condições climáticas tem papel fundamental na gestão da pecuária, tanto em climas quentes como em climas frios. A biometeorologia, por sua vez exerce papel na gestão racional para enfrentar os desafios de ambientes térmicos. Enquanto o foco está principalmente nos bovinos em climas temperados ou quentes, a importância das respostas dos animais, dinâmica aos desafios ambientais, se aplica a todas as espécies e climas. Sob estresse pelo frio, a redução da perda de calor é a chave. Sob estresse de calor, a redução da carga térmica ou aumentando a perda de calor são as principais ferramentas de gestão. Em geral, os animais com problemas de saúde e os animais mais produtivos estão em maior risco de estresse por calor, o que exige mais atenção (NIENABER; HAHN, 2007).

1.5 Índices de conforto térmico

O estresse calórico é ocasionado pela combinação de fatores ambientais sobre os animais. Entretanto, um ambiente é caracterizado por um número muito grande de fatores, que deve ser reduzido a uma única variável que represente a combinação de todos estes valores (NEVES et al., 2009).

Para Sampaio et al. (2004), o ambiente térmico seja de uma área sombreada ou não-sombreada é avaliado em função de índices de conforto térmico. Normalmente, estes índices consideram os parâmetros ambientais de temperatura, umidade, vento e de radiação, sendo que cada parâmetro possui determinado peso dentro do índice, conforme sua importância relativa ao animal. Os índices de conforto térmico mais usados são o de Thom (1959), denominado de índice de temperatura e umidade (ITU) que associa a temperatura de bulbo seco e a temperatura do bulbo úmido e o índice desenvolvido por Buffington et al. (1981), que propuseram um índice que considera em um único valor os efeitos da temperatura de bulbo seco, da umidade do ar, do nível de radiação e da movimentação do ar, que denominaram de índice de umidade e temperatura de globo (ITGU).

Índices de conforto têm sido usados para se avaliar o impacto do ambiente sobre os bovinos, pois podem descrever mais precisamente os efeitos do ambiente físico sobre a habilidade dos animais em dissipar calor (SILVA et al., 2009).

O objetivo fundamental é combinar diversos desses fatores, de modo que os efeitos de diferentes ambientes, tipos de capa externa, atividades físicas, respostas fisiológicas, comportamentais e produtivas possam ser comparados entre si, permitindo a avaliação de animais e dos ambientes (SILVA, 2008).

1.5.1 Índice de temperatura globo e umidade (ITGU)

Desenvolvido por Buffington et al. (1981), que afirmam que é o índice mais preciso para prever o conforto térmico para animais em condições climáticas nas regiões com maior taxa de radiação solar e é calculado a partir da temperatura do globo negro e seu valor absoluto engloba os efeitos da temperatura de bulbo seco, da velocidade do ar, da umidade e radiação. Souza et al. (2010), avaliando índices de conforto térmico, em sistema sem sombra e sistema silvipastoril em diferentes alturas, e

entre eles o ITGU, confirmaram que este representa melhor a realidade das condições climáticas nas regiões com maior taxa de radiação solar.

A equação para o ITGU é:

$$\text{ITGU} = T_g + 0,36 T_{po} + 41,5$$

em que:

T_g = temperatura de globo negro ($^{\circ}\text{C}$);

T_{po} = temperatura de ponto de orvalho ($^{\circ}\text{C}$).

1.5.2 Índice de carga de calor (ICC)

O ICC foi desenvolvido por Gaughan et al. (2002) e utilizado por Silva et al. (2007).

A equação para ICC é:

$$\text{ICC} = 33,2 + 0,2 h + 1,2 T_g - (0,82 v)^{0,1} - \log(0,4 v^2 + 0,0001)$$

em que:

T_g = temperatura de globo negro ($^{\circ}\text{C}$);

h = umidade relativa do ar, em %;

v = velocidade do vento, em m s^{-1} .

Em trabalho com animais em ambiente natural de criação, Silva et al. (2007) utilizaram seis índices de conforto comparando com as respostas fisiológicas em vacas das raças Holandês e Jersey e concluíram que o ICC foi um dos índices que melhor se ajustou para avaliação de ambientes tropicais para gado leiteiro.

1.5.3 Carga térmica radiante (CTR)

Este índice não é de ambiência como um todo, mas um indicador das condições térmicas ambientais que expressa a radiação total recebida pelo globo negro proveniente do ambiente ao seu redor (ESMAY, 1979).

Para que se possa quantificar a radiação trocada pelo animal, tem-se que reduzir a complexidade estrutural do ambiente a uma superfície padrão, o que se consegue

supondo que o animal esteja no centro de um envoltório esférico infinitamente grande, cuja superfície interna seja um corpo negro mantido a uma temperatura conhecida como temperatura radiante média (T_{rm} °K), sendo a T_{rm} a temperatura média do conjunto de todas as superfícies reais e virtuais ao redor de um animal em um determinado local. Esse animal troca com essas superfícies uma quantidade de energia denominada CTR, que pode ser definida como a quantidade total de energia térmica trocada por um indivíduo por meio de radiação com o meio ambiente (SILVA, 2008).

A carga térmica radiante (CTR), em $W m^{-2}$, proposta por Esmay (1979), é dada pela equação:

$$CTR = \sigma (T_{rm})^4, W m^{-2}$$

em que:

$$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} W m^{-2} K^{-4} \text{ (constante de Stefan-Boltzmann)}$$

T_{rm} = temperatura média radiante (°K) que é dada pela equação:

$$T_{rm} = 100 \{ 2,51 Vv^{0,5} ((Tg - Ta) + ((Tg + 273,15) / 100)^4) \}^{0,25}$$

em que:

Vv = velocidade do vento em $m s^{-1}$;

Tg = temperatura do globo negro em °C;

Ta = temperatura ambiente de bulbo seco em °C.

Referências

AAFC-Agriculture and Agri-Food Canada. **Charting the way forward to 2020**. Vancouver, 2011.

BAGGIO, C.; CARVALHO, P. C. F.; SILVA, J. L. S.; ROCHA, L. M.; BREMM, C.; SANTOS, D. T.; MONTEIOR, A. L. G. Padrões de uso do tempo por novilhos em pastagem consorciada de azevém anual e aveia preta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 11, p. 1912-1918, 2008.

BARBOSA, O. R.; BOZA, P. R.; SANTOS G. T.; SAKAGUSHI, E. S.; RIBAS, N. P. Efeitos da sombra e da aspersão de água na produção de leite de vacas da raça Holandesa durante o verão. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26, n. 1, p. 115-122, 2004.

BARBOSA, O. R.; MACEDO, F. A. F.; GROES, R. V. G.; GUEDES, J. M. F. Zoneamento bioclimático da ovinocultura no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 2, p. 454-460, 2001.

BARRO, R. S.; SAIBRO, J. C.; MEDEIROS, R. B.; SILVA, J. L. S.; VARELLA, A. C. Rendimento de forragem e valor nutritivo de gramíneas anuais de estação fria submetidas a sombreamento por *Pinus elliottii* e ao sol pleno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 10, p. 1721-1727, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica. **Projeções do Agronegócio: Brasil 2009/2010 a 2019/2020**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2010.

BUFFINGTON, D. E.; COLAZZO-AROCHE, A.; CANTON, G. H.; PITT, D. Black globe humidity index as a comfort equation for dairy cows. **American Society of Agricultural Engineers**, v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981.

CARVALHO, P. C. F.; RIBEIRO FILHO, H. M. N.; POLI, C. H. E. C.; MORAES, A.; DELAGARDE, R. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. v. 1, p. 853-871.

CASTRO, A. C.; LOURENÇO JÚNIOR, J. B.; SANTOS, N. F. A.; MONTEIRO, E. M. M.; AVIZI, M. A. B.; GARCIA, A. R. Sistema silvipastoril na Amazônia: ferramenta para elevar o desempenho produtivo de búfalos. **Ciência Rural**, v. 38, n. 8, p. 2395-2402, 2008.

CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Londrina: Iapar, 2000.

CEPAL; FAO; IICA. **Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe**. San José, 2009.

COSTA, K. A. P.; FAQUIM, V.; OLIVEIRA, I. P. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens do capim-marandu. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 1, p. 192-199, 2010.

ESMAY, M. L. **Principles of animal environment**. West Port: Avi Publishing, 1979.

FERREIRA, F.; PIRES, M. F. A.; MARTINEZ, M. L.; COELHO, S. G.; CARVALHO, A. U.; FERREIRA, P. M.; FACURY FILHO, E. J.; CAMPOS, W. E. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 5, p. 732-738, 2006.

GAUGHAN, J. G.; GOOPY, J.; SPARK, J. **Excessive heat load index for feedlot cattle**. Sydney: MLA, 2002. (Meat and Livestock-Australia Project Report, 316).

GRANDIM, T. Principios de comportamiento animal para el manejo de bovinos y otros herbívoros en condiciones extensivas. GRANDIM, T. **Livestock handling and transport**. Wallingford: CAB Publishing, 2000. cap. 5, p. 63-85.

KRUSCHEWSKY, G. C.; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N.; OLIVEIRA, T. K. Arranjo estrutural e dinâmica de crescimento de *Eucalyptus* spp., em sistema agrossilvipastoril no Cerrado. **Cerne**, v. 13, n. 4, p. 360-367, 2007.

LEME, T. M. S. P.; PIRES, M. F. A.; VERNEQUE, R. S.; ALVIM, M. J.; AROEIRA, L. J.M. Comportamento de vacas mestiças Holandês x Zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ciência Agrotécnica**, v. 29, n. 3, p. 668-675, 2005.

LIMA, R. M. B.; FERREIRA, M. A.; BRASIL, L. H. A.; ARAÚJO, P. R. B.; VÉRAS, A. S. C.; SANTOS, D. C.; CRUZ, M. A. O. M.; MELO, A. A. S. M.; OLIVEIRA, T. N.; SOUZA, I. S. Substituição do milho por palma forrageira: comportamento ingestivo de vacas mestiças em lactação. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 25, n. 2, p. 347-353, 2003.

LOURENÇO JUNIOR, J. B.; COSTA, N. A.; GARCIA, A. R.; MONTEIRO, E. M. M.; SANTOS, N. F. A. Produção e valor nutritivo de grama estrela (*Cynodon nlemfuensis*) em sistema silvipastoril na amazônia oriental. In: SEMANA DE INTEGRAÇÃO DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 7., 2007, Altamira. **Anais...** Altamira: UFPA, 2007. p. 59-63.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. esp., p. 133-146, 2009.

MARQUES, J. A.; BARBOSA, O. R.; ALBUQUERQUE, K. P.; NEGRÃO, J. A.; LOBO JÚNIOR, A. R.; DOMINGUES, J. S.; PRADO, I. N. Comportamento de novilhas bubalinas terminadas em confinamento usando promotor de crescimento ou esferas de chumbo no útero. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 27, n. 3, p. 363-370, 2005.

MARQUES, J. A.; MAGGIONI, D.; ABRAHAO, J. J. S.; GUILHERME, E.; BEZERRA, G. A.; LUGÃO, S. M. B. Comportamento de touros jovens em confinamento alojados isoladamente ou em grupo. **Archivo Latinoamericano de Producción Animal**, v. 13, n. 3, p. 97-102, 2005.

MARQUES, J. A. **O stress e a nutrição de bovinos**. Maringá: Imprensa Universitária, 2000. 42 p.

MISSIO, R. L.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; SILVEIRA, M. F.; FREITAS, L. S.; RESTLE, J. Comportamento ingestivo de tourinhos terminados em confinamento, alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 7, p. 1571-1578, 2010.

MOLENTO, C. F. M. Ensino de bem-estar animal nos cursos de medicina veterinária e zootecnia: medicina veterinária. **Ciência Veterinária nos Trópicos**, v. 1, n. 1, p. 6-12, 2008.

MONTAGNINI, F. **Sistemas agroflorestales**: principios y aplicaciones en los tropicos. San Jose: Organización para Estudios Tropicales, 1992.

NEPOMUCENO, A. N.; SILVA, I. C. Caracterização de sistemas silvipastoris da Região Noroeste do Estado do Paraná. **Floresta**, v. 39, n. 2, p. 279-287, 2009,

NEVES, M. L. M. W.; AZEVEDO, M.; COSTA, L. A. B.; GUIM, A.; LEITE, A. M.; CHAGAS, J. C. Níveis críticos do Índice de Conforto Térmico para ovinos da raça Santa Inês criados a pasto no agreste do Estado de Pernambuco **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 31, n. 2, p. 169-175, 2009.

NIENABER, J. A.; HAHN, G. L. Livestock production system management responses to thermal challenges. **International Journal of Biometeorology**, v. 52, n. 1, p. 149-157, 2007.

PACIULLO, D. S. C.; CASTRO, C. R. T. **Sistemas silvipastoris na pecuária leiteira**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2009.

PAIXÃO, R. L. É possível garantir bem-estar aos animais de produção. **Revista CRMV**, v. 1, n. 1, p. 66-73, 2005.

PIAZZETTA, H. V. L.; MONTEIRO, A. L. G.; RIBEIRO, T. M. D.; CARVALHO, P. C. F.; DITTRICH, J. R.; SILVA, C. L. A. Comportamento ingestivo de cordeiros em terminação a pasto, **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 31, n. 3, p. 227-234, 2009.

SAMPAIO, C. A. P.; CRISTANI, J.; DUBIELA, J. A.; BOFF, C. E.; OLIVEIRA, M. A. Avaliação do ambiente térmico em instalação para crescimento e terminação de suínos utilizando os índices de conforto térmico nas condições tropicais. **Ciência Rural**, v. 34, n. 3, p. 785-790, 2004.

SANTANA JUNIOR, H. A.; PINHEIRO, A. A.; CARDOSO, E. O.; ABREU FILHO, G.; SILVA, R. R. Comportamento ingestivo de bovino a pasto. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 11, n. 8, p. 1695-7504, 2010.

SILVA, E. C. L.; MODESTO, E. C.; AZEVEDO, M.; FERREIRA, M. A.; DEBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SCHULER, A. R. P. Efeitos da disponibilidade de sombra sobre o desempenho, atividades comportamentais e parâmetros fisiológicos de vacas da raça Pitangueiras. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 31, n. 3, p. 295-302, 2009.

SILVA, R. G.; MORAIS, D. A. E. F.; GUILHERMINO, M. M. Evaluation of thermal stress indexes for dairy cows in tropical regions, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 1192-1198, 2007.

SILVA, R. G. **Biofísica ambiental**: os animais e seu ambiente. Jaboticabal: Funep, 2008.

SILVEIRA, L. M. Os sistemas atmosféricos e a variação do tempo em Maringá, Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 28, n. 1, p. 79-84, 2006.

SOARES, A. B.; SARTOR, L. R.; ADAMI, P. F.; VARELA, A. C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J. C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 443-451, 2009.

SOUZA, W.; BARBOSA, O. R.; MARQUES, J. A.; COSTA, M. A. T.; GASPARINO, E.; LIMBERGER, E. Microclimate in silvipastoral systems with eucalyptus in rank with different heights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 3, p. 685-694, 2010.

SOUZA, W.; BARBOSA, O. R.; MARQUES, J. A.; GASPARINO, E.; CECATO, U.; BARBERO, L. M. Behavior of beef cattle in silvipastoral systems with eucalyptus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 3, p. 677-684, 2010.

THOM, E. C. The discomfort index. **Weatherwise**, v. 12, n. 1, p. 57-59, 1959.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994.

VIEIRA, B. R.; ZANINE, A. M.; FERREIRA, D. J.; VIEIRA, A. J. M. Comportamento ingestivo de novilhas girolandas pastejando Brachiária brizanta e Coast-cross no extremo sul da Bahia. **Magistra**, v. 19, n. 1, p. 60-68, 2007.

VOISIN, A. **Produtividade do pasto**. São Paulo: Mestre Jou, 1974.

ZANINE, A.; VIEIRA, B.; FERREIRA, D.; VIEIRA, A.; LANA, R.; CECON, P. Comportamento ingestivo de vacas Girolandas em pastejo de "Brachiaria brizantha" e Coast-cross. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 1, p. 85-95, 2009.

II – OBJETIVOS GERAIS

O objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações no microclima e no comportamento ingestivo de bovinos de corte ocasionado por sistemas sem sombra e silvipastoril formados por eucalipto em renques duplos.

.

III – Microclima em sistema com e sem sombra no verão e inverno

RESUMO. Avaliou-se o microclima em sistema sem sombra (SS) e silvipastoril (SP) com eucalipto no verão e inverno, medindo-se as variáveis temperatura do ar (T_a), globo negro (T_g), umidade relativa (UR), velocidade do vento (V_v) a cada 2h por 24h (entre renques e sombra (SP) e sem efeito de sombra (SS)). O delineamento foi em blocos casualizados (mês), na parcela (sistema), na subparcela (horas) e na sub-subparcela (estação). Com exceção da T_a e UR, a T_g (24,73 e 26,41°C), V_v (3,16 e 4,57 $m\ s^{-1}$), ITGU (71,83 e 73,84), ICC (74,53 e 76,11) e CTR (526,46 e 595,80 $W\ m^{-2}$), respectivamente, para SP e SS, foram maiores no SS. A T_a , UR e V_v sofreram efeito quadrático do horário. Com efeito da estação a T_a (27,55; 14,93°C), UR (72,11; 60,68%), T_g (29,80; 21,33°C), ITGU (80,04; 65,63), ICC (81,64; 69,00) e CTR (575,65; 546,61 $W\ m^{-2}$), respectivamente, no verão e inverno. A T_g , UR e CTR sofreram interação da hora x estação, e efeito quadrático, a CTR interação com sistema x estação. A T_g correlacionou-se com ITGU (0,962), ICC (0,956) e CTR (0,809). O sistema silvipastoril reduziu T_g e V_v e tornou o ambiente mais harmônico diminuindo as diferenças climáticas entre as estações.

Palavras-chave: conforto térmico, estações, índices, sistemas, sombra.

ABSTRACT. Microclimate in system with and without shade in summer and winter. It was evaluated the microclimate in the system without shade (SS) and silvopastoral (SP) with eucalyptus in summer and winter, through the variables of air temperature (T_a), black globe (Bt), relative humidity (RH), wind speed (Ws), to every 2 hours for 24 hours (between rows and shadow (SP) and no shadow effect (SS)). The design was blocks complete randomized (months) the plots (system), the subplot (hours) and the sub-subplot (season). With the exception of T_a and RH, the Bt (24.73 and 26.41°C), Ws (3.16 and 4.57 $m\ s^{-1}$), BGHI (71.83 and 73.84), HLI (74.53 and 76.11) and RTL (526.46 and 595.80 $W\ m^{-2}$), respectively, for SP and SS were higher in SS. T_a , RH and Ws, had a quadratic effect of hour. With effect of season T_a (27.55, 14.93°C), RH (72.11, 60.68%), Bt (29.80, 21.33°C), BGHI (80.04, 65.63), HLI (81.64, 69.00) and RTL (575.65, 546.61 $W\ m^{-2}$), respectively, in summer and winter. Bt, RH and RTL, showed an interaction of season x time, and a quadratic effect, the RTL had an interaction of system x season. The Bt was correlated with BGHI (0.962), HLI (0.956) and RTL (0.809). The silvopastoral system decreased the Bt and Ws, and made more harmonious environment by decreasing the climatic differences between seasons.

Key words: thermal comfort, stations, indexes, silvopastoral, shadow.

Introdução

Os países em desenvolvimento têm adotado modelos de produção cada vez mais intensivos na produção animal. A literatura internacional é vasta nas verificações dos fatores ambientais que impõem certo grau de estresse nos ruminantes sendo que o desempenho é resultado entre outros fatores do funcionamento homeotérmico, e a disfunção desse sistema acarreta alteração significativa na eficácia da produção (NUNES et al., 2003), sendo que para Souza et al. (2010), o clima é um dos principais fatores que afeta a produção animal.

Barbosa et al. (2004) afirmam que o fornecimento de sombra é um meio eficiente para auxiliar os animais no seu conforto, pois diminui a radiação direta. Isto para Kazama et al. (2008) faz com que além de servir como proteção contra a radiação térmica, a sombra auxilia na manutenção da produtividade animal diminuindo a carga de calor associada à radiação solar.

Soares et al. (2009) observaram que a presença de árvores provoca a formação de microclima, com menor velocidade do vento e irradiação solar o que conforme Mader e Davis (2003), fornece proteção do meio ambiente sendo uma das ferramentas úteis para ajudar os animais a lidar com o estresse ambiental.

Os animais são diferentes na capacidade de enfrentar as variações climáticas, e que o objetivo do índice é combinar as variáveis ambientais comparando com respostas fisiológicas, comportamentais e produtivas permitindo sua avaliação (SILVA, 2008).

Assim o objetivo deste experimento foi o de avaliar as condições climáticas em dois sistemas sem sombra e sistema silvipastoril formado por eucalipto em renque duplo no verão e inverno.

Material e métodos

O experimento foi realizado na região Noroeste do Estado do Paraná, no município de Paranavaí, nas coordenadas 22°44' latitude Sul e 52°28' longitude Oeste, com altitude de 453 m. A classificação do clima de acordo com Köppen, é do tipo Cfa, subtropical úmido mesotérmico, caracterizado por apresentar verões quentes e geadas pouco frequentes, com tendência à concentração das chuvas nos meses de verão, sem estação seca definida. (CAVIGLIONE et al., 2000).

Foi avaliado o microclima em sistema sem sombra (SS) e em sistema silvipastoril (SP), formados com grama estrela (*Cynodon plectostachyus*), consorciada com eucaliptos, com dois anos de implantação com uma altura média de 8 m (SP). As árvores estavam dispostas em renques duplos, acompanhando o nível do solo, com densidade de 290 árvores por hectare, sendo nos renques com espaçamento de 2,5 x 2,5 m entre árvores, e 25 m entre renques.

A coleta de dados foi realizada nos meses de dezembro de 2009 a março de 2010 em 15 dias no verão e nos meses de junho a setembro de 2010, no inverno em 16 dias, com os dias sempre apresentado-se ensolarados e sem precipitação. Os dados foram obtidos de 2 em 2h, durante 24h de forma simultânea nos sistemas totalizando 2.976 leituras.

Para o sistema silvipastoril (SP), foram registradas a precipitação pluviométrica no período, a temperatura do ar (T_a), a umidade relativa do ar (UR), a velocidade do vento (V_v), a temperatura do globo negro (T_g) sempre na mesma sequência de renque, no centro geométrico da sombra (local móvel) e entre os renques (local fixo). Para o sistema sem sombra (SS) em local fixo.

As variáveis T_a e UR foram coletadas em leitura instantânea com o uso de um termo-higroanemômetro (Kestrel 3000[®]), a V_v foi pela média entre o valor máximo e o mínimo ocorrido em 10 segundos de leitura, por ser uma variável de grande variação. A T_g foi obtida com o uso de um globo negro com esfera plástica de 15 cm de diâmetro e termômetro de coluna de álcool. A temperatura do ponto de orvalho (T_{po}) e pressão parcial do vapor de água (P_p) foram obtidos pelas equações psicrométricas.

Para avaliar os ambientes, os equipamentos foram posicionados a 1,60 m de altura do solo, simulando a altura do dorso dos animais. Com relação à posição horizontal foram colocados a uma distância média de 0,5 m do tronco das árvores no centro da sombra, e deslocados de acordo com a movimentação da sombra, e à noite em ponto fixo.

Para a interpretação dos dados, foram utilizados os seguintes índices de conforto térmico:

a) Índice de temperatura globo e umidade (ITGU), proposto por Buffington et al. (1981):

$$ITGU = T_g + 0,36 T_{po} + 41,5$$

em que:

T_g = temperatura do globo negro ($^{\circ}\text{C}$)

T_{po} = temperatura do ponto de orvalho ($^{\circ}\text{C}$)

em que:

$$T_{po} = 273,15[0,971452 - 0,057904 \log_e P_p\{T_a\}]^{-1} - 273,15$$

$P_p\{t_a\}$ = pressão parcial de vapor do ar à T_a ,

em que:

$$P_p\{T_a\} = (P_s\{T_a\} \times UR) / 100$$

$$P_s\{t_a\} = 0,61078 \times 10^{(7,5 \times T_a) / (T_a + 237,5)}$$

UR = umidade relativa do ar

T_a = temperatura do ar

b) Índice de Carga de Calor (ICC), desenvolvido por Gaughan et al. (2002):

$$ICC = 33,2 + 0,2 UR + 1,2 T_g - (0,82 V_v)^{0,1} - \log(0,4 V_v^2 + 0,0001)$$

em que:

T_g = temperatura de globo negro ($^{\circ}\text{C}$);

UR = umidade relativa do ar, em decimal;

V_v = velocidade do vento, em m s^{-1} .

c) Carga térmica radiante (CTR), proposta por Esmay (1979):

$$CTR = \sigma T_{rm}^4, \text{ W m}^{-2}$$

em que:

σ = constante de Stefan-Boltzmann, $5,67 \times 10^{-8}$, $\text{W m}^{-2} \text{K}^{-4}$

T_{rm} = temperatura radiante média ($^{\circ}\text{K}$)

$$T_{rm} = 100 \{2,51 V_v^{0,5} ((T_g - T_a) + (T_g + 273,15) / 100)^4\}^{0,25}$$

em que:

T_a = temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)

T_g = temperatura do globo negro ($^{\circ}\text{C}$)

V_v = velocidade do vento (m s^{-1})

Os tratamentos foram dispostos em delineamento de blocos ao acaso (meses) em esquema de parcelas sub-subdivididas, na parcela com dois sistemas (SS e SP), na

subparcela 12 níveis de hora (2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 e 24) e na sub-subparcela com 2 estações do ano (verões e inverno) efetuando-se repetições (15 dias verão e 16 dias no inverno).

A média das observações da hora foi submetida à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e as regressões foram escolhidas pelo teste de F ($p < 0,05$) utilizando-se o programa SISVAR (FERREIRA, 2000), com o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + e_{ij} + H_k + AH_{lk} + e_{ijk} + C_l + AC_{ll} + HC_{kl} + e_{ijkl}$$

em que:

Y_{ijk} = variável de resposta;

μ = média geral;

A_i = efeito do sistema i, i = 1 e 2;

B_j = efeito do bloco j, j = 1 e 2;

e_{ij} = erro (a);

H_k = efeito da hora (subparcela) k, k = 1 a 12;

AH_{lk} = efeito da interação sistema x hora;

e_{ijk} = erro (b);

C_l = efeito da sub-subparcela (estação) l, l = 1 e 2;

AC_{il} = efeito da interação sistema x estação;

HC_{kl} = efeito da interação hora x estação;

e_{ijkl} = erro experimental(c).

Os dados foram analisados por meio do programa estatístico SAS (2008), procedimentos GLM, REG e CORR.

Resultados e discussão

Na Figura 1 observa-se que a precipitação para o período apresentou normalidade para a região, pois segundo Caviglione et al. (2000), ocorre tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, com baixa precipitação no inverno.

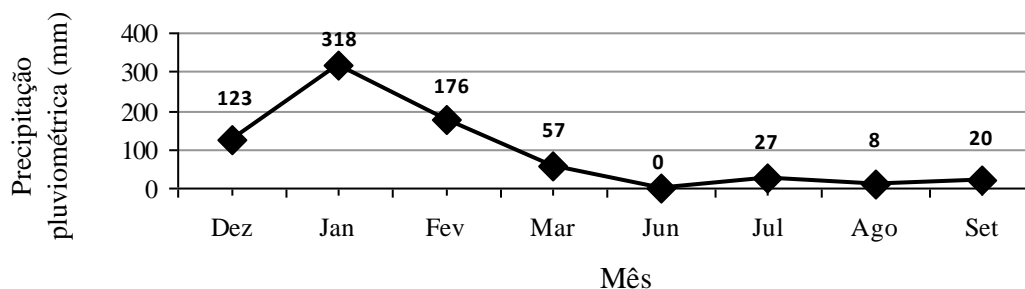


Figura 1. Índice de precipitação pluviométrica (mm) durante os meses de coleta dos dados.

Nenhuma diferença foi encontrada ($p > 0,05$) para as variáveis climáticas (T_a e UR) entre os sistemas SP e SS (Tabela 1). Barbosa et al. (2004) explicam que o uso de sombra altera o balanço de radiação do animal, porém não afeta a temperatura e a umidade do ar.

Tabela 1. Valores médios e erros-padrão da temperatura do ar (T_a) ($^{\circ}\text{C}$), da umidade relativa do ar (UR) (%), da temperatura do globo negro (T_g) ($^{\circ}\text{C}$), da velocidade do vento (V_v) (m s^{-1}), do índice de temperatura globo e umidade (ITGU), do índice de carga de calor (ICC) e da carga térmica radiante (CTR) (W m^{-2}) nos diferentes sistemas.

Variáveis	Sistemas	
	SP	SS
T_a ($^{\circ}\text{C}$)	21,26 \pm 0,79 a	21,22 \pm 0,79 a
UR (%)	66,43 \pm 1,62 a	66,35 \pm 1,63 a
T_g ($^{\circ}\text{C}$)	24,73 \pm 0,84 b	26,41 \pm 0,99 a
V_v (m s^{-1})	3,16 \pm 0,17 b	4,57 \pm 0,21 a
ITGU	71,83 \pm 1,05 b	73,84 \pm 1,20 a
ICC	74,53 \pm 0,91 b	76,11 \pm 1,06 a
CTR (W m^{-2})	526,46 \pm 15,85 b	595,80 \pm 23,86 a

Médias seguidas da mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%; SP = sistema silvipastoril; SS = sistema sem sombra.

A T_g ($24,73^{\circ}\text{C}$) e a V_v ($3,16 \text{ m s}^{-1}$) foram menores ($p < 0,05$) no sistema SP em relação ao sistema SS que apresentaram valores de $26,41^{\circ}\text{C}$ para a T_g e $4,57 \text{ m s}^{-1}$ para V_v . Leme et al. (2005) observaram no verão e no inverno menores valores de T_g à sombra comparada aqueles ao sol mostrando que a presença de árvores melhora o ambiente como um todo.

Soares et al. (2009), trabalhando com árvores de *Pinus taeda* em céu aberto e espaçamentos 15×3 e 9×3 m encontraram para a V_v , respectivamente, valores de 1,81; 1,11 e $0,76 \text{ m s}^{-1}$, e concluíram que a presença de árvores provoca a formação de microclima, com menor velocidade do vento.

O ITGU (71,83 e 73,84); o ICC (74,53 e 76,11) e a CTR (526,45 e 595,79 W m⁻²), respectivamente, para SP e SS, apresentaram efeito do sistema ($p < 0,05$), sendo menores para o sistema SP, em que a presença de árvores diminuiu a carga de radiação e a velocidade do vento melhorando as condições ambientais. Os valores encontrados estão de acordo com os obtidos por Souza et al. (2010) que no verão encontraram valores máximos para ITGU de 89,3 e 90,4, ICC de 79,7 e 83,4 e para CTR de 637,2 e 709,9 W m⁻², respectivamente, para SP e SS, afirmando que a presença de árvores melhora o ambiente e concomitante o conforto térmico dos animais, em comparação com o ambiente não-sombreado.

A Ta sofreu efeito quadrático ($p < 0,05$) da hora do dia (Figura 2a) sendo o valor máximo de 24,40°C às 17h. Resultado superior foi observado por Azevedo et al. (2005) que encontraram valor de Ta de 27,1°C no período da tarde. De acordo com Silva (2008), o ambiente absorve a energia da radiação direta do sol e se aquece e retransmite essa energia acumulada aumentando a temperatura do ar.

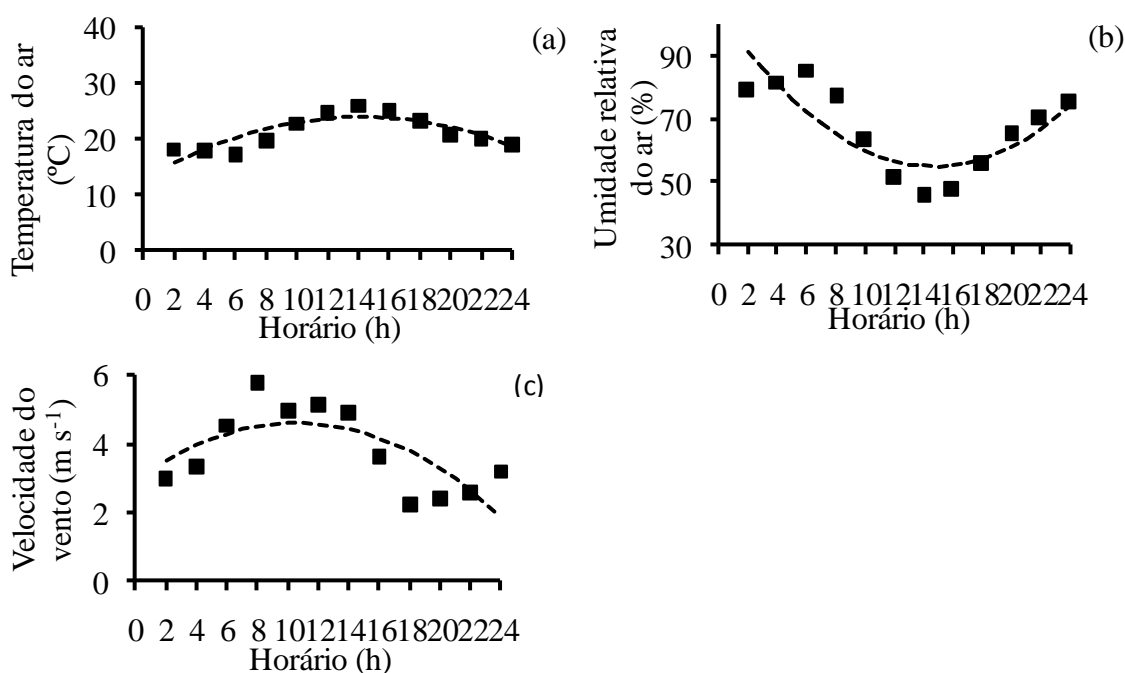


Figura 2. Valores da temperatura do ar (Ta) (■) $Ta = 16,06 + 1,00H - 0,03H^2$ ($r^2 = 0,56$)(a); Umidade relativa do ar (UR): (■) $UR = 87,99 - 3,80H + 0,12H^2$ ($r^2 = 0,50$)(b); Velocidade do vento (Vv): (■) $Vv = 2,85 + 0,41H - 0,02H^2$ ($r^2 = 0,69$)(c), em função da hora de observação.

Para UR (Figura 2b), ocorreu efeito quadrático da hora do dia ($p < 0,05$), sendo o valor mínimo de 53,8%, às 15h. Faria et al. (2011) e Barbosa et al. (2004) observaram resultados semelhantes para UR, sendo os valores obtidos, respectivamente, 56 e 46%

para o período da tarde. Os menores valores da UR nos horários mais quentes do dia favorecem a perda de calor pelos processos evaporativos.

O valor predito para a velocidade do vento (V_v) (Figura 2c) sofreu efeito quadrático da hora do dia ($p < 0,05$) com o valor máximo de $4,61 \text{ m s}^{-1}$, às 10h, sendo estes diferentes aos de Faria et al. (2011) que observaram no período da tarde a maior média da V_v , com $0,55 \text{ m s}^{-1}$. Para Volpe e Schöffel (2001), o vento de superfície é originado, principalmente, pela diferença de temperatura e de pressão entre dois locais, provocando o movimento horizontal do ar onde o relevo tem efeito muito pronunciado na sua direção predominante.

A T_g (Figura 3a) sofreu interação do sistema e da hora, com efeito quadrático ($p < 0,05$) sendo a máxima de $30,63^\circ\text{C}$ ocorrendo às 14h no SP e $32,40^\circ\text{C}$ no SS às 13h. A presença da sombra explica a menor temperatura no sistema SP, bem como o retardamento no horário de máxima.

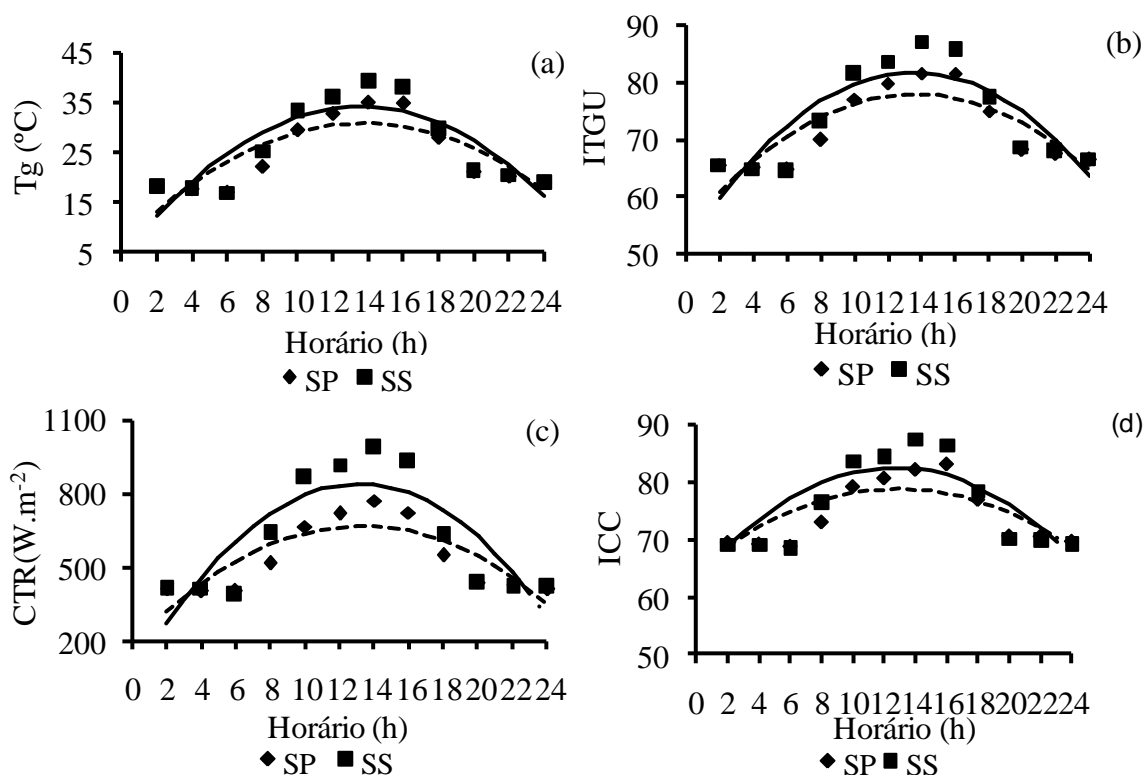


Figura 3. Valores da temperatura do globo negro (T_g): (◆) SP = $12,99 + 2,52H - 0,09H^2$ ($r^2 = 0,56$); (■) SS = $11,71 + 3,28H - 0,13H^2$ ($r^2 = 0,59$)(a); Índice de temperatura globo e umidade (ITGU): (◆) SP = $60,43 + 2,50H - 0,09H^2$ ($r^2 = 0,58$); (■) SS = $59,15 + 3,29H - 0,13H^2$ ($r^2 = 0,58$)(b); Carga térmica radiante (CTR): SP = $296,28 + 56,22H - 2,30H^2$ ($r^2 = 0,58$); SS = $229,40 + 90,75H - 3,75H^2$ ($r^2 = 0,61$) (c); Índice de carga de calor (ICC): SP = $65,05 + 2,14H - 0,08H^2$ ($r^2 = 0,58$); SS = $63,05 + 3,09H - 0,12H^2$ ($r^2 = 0,62$)(d), em função da hora de observação nos sistemas.

Ortêncio Filho et al. (2001) observaram valor de T_g no verão maior no período da tarde com $34,85^\circ\text{C}$ ao sol enquanto à sombra com $27,62^\circ\text{C}$, relacionando este resultado à incidência da radiação solar que alcança seu pico próximo ao meio dia, permanecendo elevada até às 16h.

O ITGU (Figura 3b) sofreu interação do sistema e da hora ($p < 0,05$), com efeito quadrático, sendo a máxima de 77,79 às 14h no SP e de 79,96 às 13h no SS, estando de acordo com Kazama et al. (2008) que notaram os maiores valores de ITGU nos horários das 10 às 16h ao sol e à sombra, indicando que a incidência de carga térmica atinge seu pico nestes horários. Barbosa et al. (2004) encontraram resultados superiores com valores máximos de ITGU no período da tarde ao sol de 95 e à sombra de 88.

A CTR (Figura 3c) sofreu interação do sistema e da hora, com efeito quadrático ($p < 0,05$), sendo a máxima de $639,83 \text{ W m}^{-2}$ no SP e de $778,44 \text{ W m}^{-2}$ no SS, ambos, às 12h, estando de acordo com Souza et al. (2010) que encontraram valor máximo de $763,5 \text{ W m}^{-2}$ às 13h ao sol e de $530,2 \text{ W m}^{-2}$ às 14h à sombra, mostrando a importância do sombreamento na redução da carga térmica radiante sobre os animais.

O ICC (Figura 3d) sofreu interação do sistema e da hora, com efeito quadrático ($p < 0,05$), sendo a máxima de 78,84 no SP e de 82,94 no SS, ambos, às 13h, estando de acordo com Souza et al. (2010), onde o ponto de máxima foi de 79,7 às 14:33h e 83,4 às 14:22h, respectivamente, para SP e SS com 8 m de altura. Silva et al. (2007) mostraram que o ICC é o mais indicado para avaliar o esforço térmico para gado leiteiro adaptado a ambiente tropical com correlação significativa de 0,286 com a temperatura retal e de 0,542 com a frequência respiratória.

Entre as estações do ano (Tabela 2) a T_a foi superior ($p < 0,05$) no verão com $27,55^\circ\text{C}$ ao inverno com $14,84^\circ\text{C}$. Resultado este semelhante ao encontrado por Campos et al. (2005), que analisando as condições térmicas de abrigos para bezerros na mesma região, observaram para T_a diferença entre verão e inverno, respectivamente, com 31°C e $23,1^\circ\text{C}$. A diferença da T_a é explicada por Escobar et al. (2007) que mostraram que durante o inverno a região é afetada pela passagem de intensas massas de ar frio que em algumas ocasiões tendem a persistir por vários dias.

Tabela 2. Valores médios e erros-padrão da temperatura do ar (Ta) (°C), temperatura do globo negro (Tg) (°C), velocidade do vento (Vv) (m s⁻¹) índice de temperatura globo e umidade (ITGU) e índice de carga de calor (ICC) e carga térmica radiante (CTR)(W m⁻²), em função das estações do ano.

Variáveis	Estação do ano	
	Verão	Inverno
Ta (°C)	27,55 ± 0,41 a	14,93 ± 0,49 b
UR (%)	72,11 ± 1,34 a	60,68 ± 1,70 b
Tg (°C)	29,80 ± 0,84 a	21,33 ± 0,79 b
Vv (m s ⁻¹)	3,82 ± 0,24 a	3,91 ± 0,17 a
ITGU	80,04 ± 0,90 a	65,63 ± 0,82 b
ICC	81,64 ± 0,79 a	69,00 ± 0,70 b
CTR (W m ⁻²)	575,65 ± 16,77 a	546,61 ± 23,36 b

Médias seguidas da mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

A Tg acompanhou a Ta, sendo superior ($p < 0,05$) no verão (29,80°C) ao inverno (21,33°C). Ortêncio Filho et al. (2001), trabalhando com ovinos, também obtiveram Tg máxima ao sol no verão, de 40,5°C, em relação ao inverno de 34,8°C, relacionando os resultados à incidência de radiação solar, corroborados por Silva (2006) que diz que a posição ou elevação do Sol, afeta a quantidade de radiação recebida, sendo que nas regiões junto ao paralelo 23° a radiação é mais intensa no verão que no inverno.

Maior UR foi encontrada ($p < 0,05$) no verão (72,11%) em relação a do inverno (60,68%), podendo ser explicado pela precipitação pluviométrica (Figura 1) que atingiu níveis de 674 mm no verão e de 55 mm no inverno, contribuindo para o efeito na umidade do ar entre as estações. Isto está de acordo com Lima et al. (2003) que observaram UR média de 78,6% na estação seca e de 80,94% na estação úmida associando este resultado à precipitação ocorrida no período. Da mesma forma, os resultados foram semelhantes aos observados por Azevedo et al. (2005) que também encontraram UR de 71% no verão e 63,5% no inverno.

O ITGU foi maior ($p < 0,05$) no verão (80,04) do que no inverno (65,63). O ITGU por ser baseado nas medidas da Tg e temperatura do ponto de orvalho (Tpo) que é determinado pela UR e Ta, apresentou maiores valores no verão em parte pelos valores de Ta e Tpo que foram superiores, e também pela relação Sol-Terra.

O ICC foi maior ($p < 0,05$) no verão (81,64) que no inverno (69,00). Como são valores médios sem considerar os extremos que no verão mostraram valores acima de 95, indicando perigo, e no inverno não atingiram 89 considerado seguro para vacas de leite em ambiente tropical (SILVA et al., 2007). Estas variações podem ser explicadas

pelos valores da UR e Tg (Tabela 2) que quando menores no inverno alteram o ICC nesta estação.

A CTR foi superior ($p < 0,05$) no verão ($575,63 \text{ W m}^{-2}$) ao inverno ($546,61 \text{ W m}^{-2}$), indicando maior radiação no verão, contudo durante o inverno os valores também foram elevados, mostrando que a radiação recebida pelos animais a campo mantém-se elevada durante as estações. Amaral et al. (2009), na mesma região, obtiveram valor de CTR no período da manhã no verão de $1225,33 \text{ W m}^{-2}$, e no inverno à tarde de $872,25 \text{ W m}^{-2}$.

A CTR foi menor ($p < 0,05$) (Tabela 3), no SP ($530,04$ e $522,85 \text{ W m}^{-2}$) ao SS ($621,29$ e $570,31 \text{ W m}^{-2}$), respectivamente, no verão e no inverno.

Tabela 3. Valores médios e erros-padrão da carga térmica radiante (CTR) (W m^{-2}) em função da estação do ano e do sistema utilizado.

Estação do ano	Sistema		
	SP	SS	CV %
Verão	$530,02 \pm 15,72 \text{ bA}$	$621,29 \pm 30,89 \text{ aA}$	10,59
Inverno	$522,92 \pm 29,65 \text{ bA}$	$570,31 \pm 39,27 \text{ aB}$	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%; SP = sistema silvipastoril; SS = sistema sem sombra; CV = coeficiente de variação.

A diferença encontrada entre os sistemas foi ocasionada pela proteção que a sombra proporciona contra a radiação direta em comparação ao ambiente a céu aberto. Contudo, mesmo na sombra a carga térmica pode ser significativa, e nas estações, no SP embora maior no verão em relação ao inverno, porém não correu diferença significativa ($p > 0,05$) mostrando que a presença de árvores manteve o ambiente mais estável entre as estações com amplitude de variação de $7,1 \text{ W m}^{-2}$. Enquanto no SS com amplitude de $50,98 \text{ W m}^{-2}$ ocorreu diferença significativa ($p < 0,05$) entre as estações, mostrando que sem proteção o ambiente está exposto a maiores variações sendo que a menor radiação recebida durante o inverno seria pela inclinação do eixo da terra nesta estação do ano.

A Tg (Figura 4a) sofreu interação da hora e da estação, com efeito quadrático ($p < 0,05$) sendo a máxima de $36,14^\circ\text{C}$ às 13h no verão, e de $27,94^\circ\text{C}$ às 15h no inverno. O menor valor da Tg no inverno pode ser explicado pela Ta (Tabela 2) menor no inverno, resfriando o globo mantendo menor sua temperatura, bem como a diferença de horário no ponto de máxima, levando mais tempo para se aquecer no inverno.

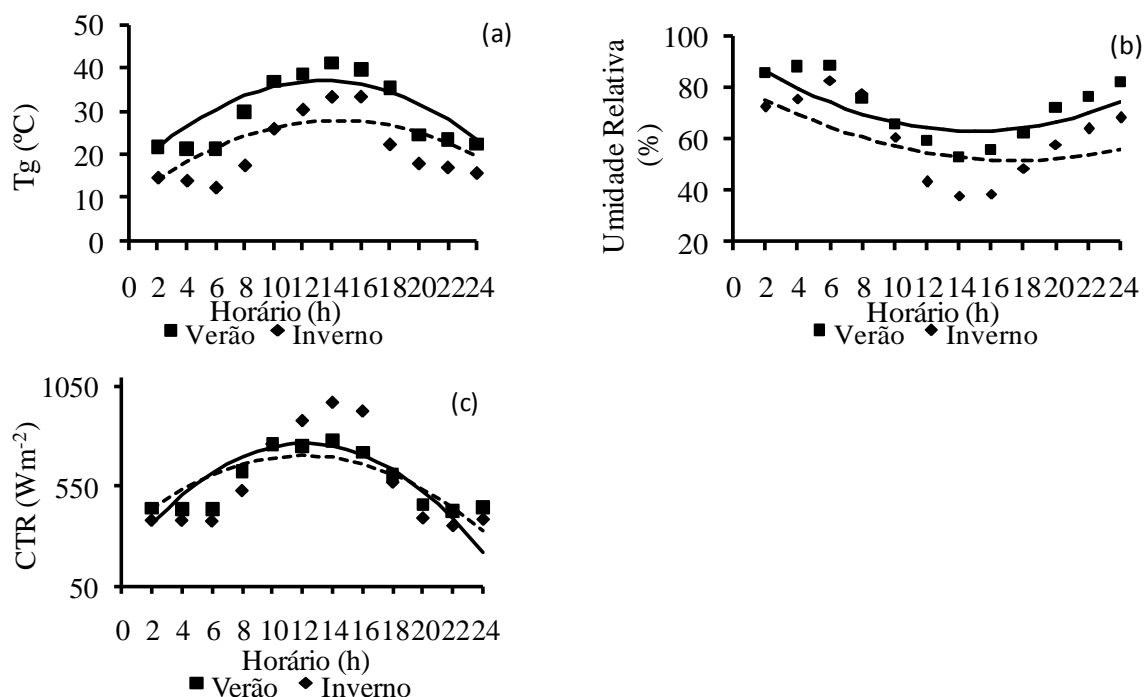


Figura 4. Valores da temperatura do globo (T_g): (■) Verão = $15,54 + 3,21H - 0,12H^2$ ($r^2 = 0,63$); (◆) Inverno = $9,16 + 2,60H - 0,09H^2$ ($r^2 = 0,49$)(a); Umidade relativa do ar (UR) : (■) Verão = $94,12 - 4,17H + 0,14H^2$ ($r^2 = 0,59$); (◆) Inverno = $81,85 - 3,44H + 0,09H^2$ ($r^2 = 0,42$)(b); Carga térmica radiante (CTR) : (■) Verão = $323,13 + 63,54H - 2,64H^2$ ($r^2 = 0,67$); (◆) Inverno = $202,56 + 83,43H - 3,40H^2$ ($r^2 = 0,53$)(c), em função da hora de observação nas estações.

A UR (Figura 4b) sofreu interação da hora e da estação, com efeito quadrático ($p < 0,05$), sendo a mínima de 63,06% às 15h no verão, e 51,66% às 18h no inverno, resultado inverso da T_a (Figura 1b), confirmando o que relata Silva (2008) que a UR somente pode ser compreensível em termos de T_a .

A CTR (Figura 4c) sofreu interação da hora e da estação, com efeito quadrático ($p < 0,05$), sendo a máxima de $704,01 \text{ W m}^{-2}$ e de $714,36 \text{ W m}^{-2}$ às 12h, respectivamente, no verão e no inverno. Resultados obtidos por Campos et al. (2005) mostraram valores máximos de CTR de $667,74 \text{ W m}^{-2}$ ocorrendo no período da tarde na primavera/verão e menores com $606,51 \text{ W m}^{-2}$ no outono/inverno para área sem sombra atribuindo o menor valor a temperatura mais amena e, provavelmente, à alta incidência de ventos no local, e com mais intensidade no período de outono/inverno.

Segundo Sampaio et al. (2004), o ambiente térmico de uma área sombreada ou não é avaliado em função de índices de conforto térmico. Normalmente, estes índices consideram os parâmetros ambientais de temperatura, umidade, vento e de radiação, sendo que cada parâmetro possui um determinado peso dentro do índice, conforme sua importância relativa ao animal.

A variável ambiental de maior correlação (Tabela 4) com a CTR, o ITGU e o ICC foi a Tg, indicando o peso desta variável na composição destes índices, porém superior para o ITGU (0,962), ao ICC (0,956) e a CTR (0,809), enquanto a de menor correlação para estes índices foi a UR, sendo todas negativas com o menor valor para CTR (-0,645), seguido do ITGU (-0,257) e finalmente pelo ICC (-0,218).

Tabela 4. Coeficiente de correlação (r) de Pearson da temperatura do globo negro (Tg), temperatura do ar (Ta), Umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (Vv), carga térmica radiante (CTR), índice de temperatura globo e umidade (ITGU), índice de carga de calor (ICC).

	Tg ¹	Ta ²	UR ³	Vv ⁴	CTR ⁵	ITGU ⁶	ICC ⁷
Tg ¹	1,000	0,764**	-0,489**	0,153*	0,809**	0,962**	0,956**
Ta ²		1,000	0,047ns	0,009ns	0,232**	0,899**	0,877**
UR ³			1,000	-0,028ns	-0,645**	-0,257**	-0,218*
Vv ⁴				1,000	0,366**	0,123ns	0,107ns
CTR ⁵					1,000	0,667**	0,677**
ITGU ⁶						1,000	0,992**
ICC ⁷							1,000

¹Temperatura do globo negro, ²temperatura do ar, ³umidade relativa do ar, ⁴velocidade do vento, ⁵carga térmica radiante, ⁶índice da temperatura globo e umidade, ⁷índice de carga de calor.

** p < 0,01; * p < 0,05, ns = não-significativo.

Conclusão

O sistema silvipastoril proporcionou ambiente com melhor conforto térmico para os animais, reduzindo a temperatura do globo e a velocidade do vento, diminuindo o ITGU, CTR e ICC, comparado com o sistema sem sombra. São necessários maiores estudos sobre a formação de microclima em sistemas silvipastoris e o seu efeito na produção animal.

Referências

- AMARAL, D. F.; BARBOSA, O. R.; GASPARINO, E.; AKIMOTO, L. S.; LOURENÇO, F. J.; SANTELLO, G. A. Efeito da suplementação alimentar nas respostas fisiológicas, hormonais e sanguíneas de ovelhas Santa Inês, Ile de France e Texel. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 31, n. 4, p. 403-410, 2009.
- AZEVEDO, M.; PIRES, M. F. A.; SATURNINO, H. M.; LANA, A. M. Q.; SAMPAIO, I. B. M.; MONTEIOR, J. B. N.; MORATO, L. E. Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras 1/2, 3/4 e 7/8 Holandês-Zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2000-2008, 2005.

BARBOSA, O. R.; BOZA, P. R.; SANTOS, G. T.; SAKAGUSHI, E. S., RIBAS, N. P. Efeitos da sombra e da aspersão de água na produção de leite de vacas da raça Holandesa durante o verão. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26, n. 1, p. 115-122, 2004.

BUFFINGTON, D. E.; COLAZZO-AROCHE, A.; CANTON, G. H.; PITT, D. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981.

CAMPOS, A. T.; KLOSOWSKI, E. S.; GAPARINO, E.; CAMPOS, A. T.; SANTOS, W. B. R. S. Análise térmica de abrigos individuais móveis e sombrite para Bezerros. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 27, n. 1, p. 153-161, 2005.

CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Londrina: Iapar, 2000.

ESCOBAR, G. C. J. Padrões sinóticos associados a ondas de frio na cidade de São Paulo **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 22, n. 2, p. 241-254, 2007.

ESMAY, M. L. **Principles of animal environment**. West Port: Avi Publishing, 1979.

FARIA, L. A.; BARBOSA, O. R.; ZEOULA, L. M.; AGUIAR, S. C.; PRADO, R. M.; BERTOLINI, D. A. Produto à base de própolis (LLOS) na dieta de bovinos inteiros confinados: comportamento animal e respostas sanguíneas. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33 n. 1, p. 79-85, 2011.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4,0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSC, 2000. p. 255-258.

GAUGHAN, J. G.; GOOPY, J.; SPARK, J. **Excessive heat load index for feedlot cattle**. Sydney: MLA, 2002. (Meat and Livestock-Australia Project Report, 316).

KAZAMA, R.; ROMA, C. F. C.; BARBOSA, O. R.; ZEOULA, L. M.; DUCATTI, T.; TESOLIN, L. C. Orientação e sombreamento do confinamento na temperatura da superfície do pelame de bovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 30, n. 2, p. 211-216, 2008.

LEME, T. M. S. P.; PIRES, M. F. A.; VERNEQUE, R. S.; ALVIN, M. J.; AROEIRA, L. J. M. Comportamento de vacas mestiças Holandês x Zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ciência Agrotécnica**, v. 29, n. 3, p. 668-675, 2005.

LIMA, R. M. B.; FERREIRA, M. A.; BRASIL, L. H. A.; ARAUJO, P. R. B.; VÉRAS, A. S. C.; SANTOS, D. C.; CRUZ, M. A. O.; MELO, A. A. S.; OLIVEIRA, T. N.; SOUZA, I. S. Substituição do milho por palma forrageira: comportamento ingestivo de vacas mestiças em lactação. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 25, n. 2, p. 347-353, 2003.

MADER, T.; DAVIS, S. **Wind speed and solar radiation adjustments for the temperature humidity index**. Concord: University of Nebraska, 2003. (Nebraska Beef Report).

NUNES, A. S.; BARBOSA, O. R.; DAMASCENO, J. C. Respostas fisiológicas de cabras leiteiras submetidas ao regime de suplementação com concentrado em dois sistemas de produção. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 25, n. 1, p. 157-163, 2003.

ORTÊNCIO FILHO, H.; BARBOSA, O. R.; SHIGUEIRO, S.; ONORATO, W. M.; MACEDO, F. A. F. Efeito da sombra natural e da tosquia no comportamento de ovelhas das raças Texel e Hampshire Down, ao longo do período diurno, no Noroeste do Estado do Paraná. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 1, p. 79-85, 2001.

SAMPAIO, C. A. P.; CRISTANI, J.; DUBIELA, J. A.; BOFF, C. E.; OLIVEIRA, M. A. Avaliação do ambiente térmico em instalação para crescimento e terminação de suínos utilizando os índices de conforto térmico nas condições tropicais, **Ciência Rural**, v. 34, n. 3, p. 785-790, 2004.

SAS-Statistical Analysis System Institute. **SAS statistic guide for personal computers**. Carry, 2008.

SILVA, R. G. Predição da configuração de sombras de arvores em pastagens para bovinos. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 1, p. 268-281.2006.

SILVA, R. G. **Biofísica ambiental: os animais e seu ambiente**. Jaboticabal: Funep, 2008.

SILVA, R. G.; MORAIS, D. A. E. F.; GUILHERMINO, M. M. Evaluation of thermal stress indexes for dairy cows in tropical regions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, supl., p. 1192-1198, 2007.

SOARES, A. B.; SARTOR, L. R.; ADAMI, P. F.; VARELLA, A. C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J. C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 443-451, 2009.

VOLPE, C. A.; SCHÖFFEL, E. R. Quebra-vento. In: RUGGIERO, C. **Bananicultura**. Jaboticabal: Funep, 2001. p. 196-211.

SOUZA, B. B.; SILVA, I. J. O.; MELLACE, E. M.; SANTOS, R. F. S.; ZOTTI, C. A.; GARCIA, P. R. Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termoregulatório em novilhas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 6, n. 2, p. 59-65, 2010.

SOUZA, W.; BARBOSA, O. R.; MARQUES, J. A.; COSTA, M. A. T.; GASPARINO, E.; LIMBERGER, E. Microclimate in silvipastoral systems with eucalyptus in rank with different heights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 3, p. 685-694, 2010.

IV – Comportamento de bovinos de corte e o microclima em sistema com e sem sombra

RESUMO. Avaliou-se o comportamento ingestivo de novilhos anelados, em sistema sem sombra (SS), e em sistema silvipastoril (SP) mantidos em grama estrela (*Cynodon plectostachyus*) no verão e inverno. Foram utilizados 24 novilhos anelados (12 em cada sistema), com média de 18 meses e peso de 294,5 kg. O delineamento foi inteiramente casualizado com duas estações, dois tratamentos, 24h e 12 repetições. As observações foram realizadas em três dias, durante 24h, com intervalo de 15 min., com efeito da hora para os comportamentos pastando (PAST) com máxima de 52,1% e ruminando deitado (RUDEIT) com mínima de 12,3%, ambos às 14h. O ócio deitado (OCDEIT) foi influenciado pela hora e estação, em que nas horas com mínima de 11,6% às 14h enquanto no verão (23,9%) e inverno (13,9%). Ruminando em pé (RUEMP), sem efeito da hora, porém sofreu interação estação x sistema, no verão (9,43%) e (6,19%); e inverno (4,36%) e (8,27%), respectivamente, para SP e SS. O ócio em pé (OCEMP) sofreu efeito da hora, com máxima de 15,8% às 14h, e interação estação x sistema, no verão (20,10%) e (8,82%); e inverno (9,05%) e (8,44%), respectivamente, para SP e SS. O sistema SP alterou o ambiente afetando o comportamento ingestivo animal.

Palavras-chave: bem-estar, estação do ano, Nelore, sombra.

ABSTRACT. Behavior of beef cattle and microclimate with and without shadow. It was evaluated the feeding behavior of Zebu steers in system without shadow (SS), and silvopastoral system (SP) maintained in star grass (*Cynodon plectostachyus*) in summer and winter. 24 Zebu steers were used, with an average of 18 months and weight of 294.5 kg, 12 in each system. The design was completely randomized with two stations, two treatments, twenty-four hours and twelve repetitions. The observations were conducted for 24 hours, three days, with an interval of 15 minutes. With effect the hour for grazing behavior (PAST) with a maximum of 52.1% and lying ruminating (RUDEIT) with a minimum of 12.3%, both at 14h. The behavior lying idle (OCDEIT) was influenced by hour and season where the hours with a minimum of 11.6% at 14h while in the summer (23.9%) and winter (13.9%). Standing rumination (RUEMP) had no effect of hour, however occurred an interaction of season x system in summer (9.43%) and (6.19%) and winter (4.36%) and (8.27%), respectively, for SP and SS. Standing idle (OCEMP) was affected by hour, with maximum 15.8% at 14h, and an interaction of system x season, in summer (20.10%) and (8.82%); and winter (9.05%) and (8.44%), respectively, for SP and SS. The SP system has changed the environment affecting the time of RUEMP and OCEMP.

Key words: welfare, season, cattle, shadow.

Introdução

O estudo do comportamento ingestivo dos ruminantes tem sido usado com o objetivo de estabelecer a relação entre comportamento e consumo de nutrientes, e verificar o uso potencial do conhecimento sobre o comportamento ingestivo para melhorar o desempenho animal (MENDES et al., 2010).

Assim, segundo Zanini et al. (2007), o estudo do comportamento ingestivo é importante ferramenta na elaboração de protocolos de manejo, podendo facilitar e aumentar a produtividade da propriedade quando bem elaborados e executados. Por isso, o conhecimento dos padrões de comportamento de escolha, localização e ingestão a pasto pelo animal é de fundamental importância, quando se pretende estabelecer práticas de manejo.

As pastagens são a principal fonte de alimento para o rebanho bovino e o uso de práticas inadequadas de manejo tem causado a sua degradação diminuindo a sua qualidade (CARLOTTO et al., 2010), com isto os animais buscam ajustar seu comportamento com a finalidade de atender suas necessidades.

Os fatores climáticos devem ser considerados na produção animal e suas alterações climáticas mudam o comportamento fisiológico destes, ocasionando declínio na produção, principalmente, no período de menor disponibilidade de alimentos (MARQUES et al., 2005). O que, segundo Hodgson (1990), pode ser considerado uma forma de adaptação dos animais às condições ambientais e de manejo uma vez que os ruminantes modificam seus parâmetros de comportamento ingestivo para alcançar e manter determinado nível de consumo, compatível com suas exigências nutricionais.

Os sistemas silvipastoris têm sido amplamente estudados e aplicados na agropecuária tropical e subtropical visando otimizar a utilização das áreas. Contudo, o ideal é o planejamento dos espaçamentos entre árvores, permitindo crescimento equilibrado entre as árvores e a pastagem (SOARES et al., 2009).

De acordo com Leme et al. (2005), pelos elevados níveis de radiação solar nas regiões tropicais, a simples existência de sombra de árvores pode alterar favorável e significativamente o desempenho dos animais, uma vez que, segundo Souza et al. (2010), o comportamento ingestivo é influenciado pela presença de árvores em ambientes de pastoreio.

Assim, o objetivo deste trabalho foi o de avaliar o efeito da presença ou não de árvores sobre o comportamento ingestivo de novilhos anelorados e o microclima no verão e inverno.

Material e métodos

O experimento foi realizado nos meses de fevereiro (verão) e julho (inverno) de 2010, na região Noroeste do Estado do Paraná, no município de Paranavaí (22°44' latitude Sul e 52°28' longitude Oeste), com altitude de 453 m caracterizada por clima Cfa subtropical úmido mesotérmico, segundo a classificação de Köppen (CAVIGLIONE et al., 2000).

Foi avaliado o comportamento de bovinos de corte em sistema silvipastoril (SP), formado com grama estrela (*Cynodon plectostachyus*) consorciado com eucaliptos com dois anos de implantação e árvores com altura média de 8 m e em sistema sem sombra (SS) no verão e no inverno. Para observação do comportamento foram utilizados piquetes com área de 6,05 ha em cada sistema.

No sistema silvipastoril (SP), as árvores estavam dispostas em renques duplos, acompanhando o nível do solo, com densidade média de 290 árvores por hectare, com espaçamento no renque de 2,5 x 2,5 m entre árvores e 25 m entre renques. As árvores durante o seu desenvolvimento não sofreram o manejo da desrama.

Foram utilizados 24 novilhos anelorados, com peso vivo médio de 280 ± 50 kg (verão) e 309 ± 40 kg (inverno) identificados individualmente, com tinta atóxica na altura da cernelha e no quarto traseiro. Os animais foram distribuídos sendo 12 em cada sistema e adaptados a cada ambiente e à presença de pessoas montadas em equinos, sem comportamento de fuga na presença de observadores. Para a observação noturna foi utilizada iluminação artificial.

O comportamento dos animais foi observado pelo método de rota de amostragem focal e rota de coleta instantânea (MARTIN; BATESON, 1994).

Para cada estação, as observações de comportamento foram realizadas durante por três dias durante 24h, com intervalo amostral de 15 min, totalizando 13.824 observações. As observações foram realizadas por duplas treinadas, montadas em equinos, revezando a cada período de 6h, conforme Souza et al. (2010).

A escolha dos dias para observação foi programada para que ocorressem em dia com o mínimo possível de nebulosidade e sem a ocorrência de precipitação sendo que

durante o período de observação os animais receberam apenas suplementação mineral, conforme manejo normal da propriedade.

Foram observadas as atividades de pastejo (PAST); ruminação em pé (RUEMP) e deitado (RUDEIT), ócio em pé (OCEMP) e deitado (OCDEIT).

As atividades comportamentais foram consideradas como mutuamente excludentes, ou seja, a cada registro, cada um dos animais foi classificado em apenas uma atividade.

Para o sistema SP, nas estações, foram registradas a velocidade do vento (Vv), a temperatura do ar (Ta), a umidade relativa do ar (UR), a temperatura do globo negro (Tg) no centro geométrico da sombra (móvel) e entre os renques (fixo). Para o sistema SS foram registradas as mesmas variáveis, sendo em local fixo.

As variáveis ambientais (Vv, Ta e UR) foram coletadas utilizando-se o aparelho termo-higroanemômetro da marca Kestrel-3000[®]. A Tg foi obtida com o uso de um globo negro com esfera plástica com 15 cm de diâmetro e termômetro de coluna de álcool.

Na coleta de dados, os equipamentos foram posicionados a 1,60 m de altura do solo simulando a altura do dorso do animal. Para a avaliação da sombra, os equipamentos foram colocados no centro da sombra projetada, e deslocados com a movimentação da sombra, sendo realizado estudo prévio deste deslocamento para cada estação.

A coleta de dados do clima foi realizada simultaneamente com a coleta dos dados de comportamento, a cada hora durante as 24h.

Para a avaliação dos ambientes, foi utilizado o Índice de temperatura globo e umidade (ITGU), proposto por Buffington et al. (1981):

$$ITGU = Tg + 0,36 Tpo + 41,5$$

em que:

Tg = temperatura do globo negro (°C)

Tpo = temperatura do ponto de orvalho (°C)

em que:

$$Tpo = 273,15[0,971452 - 0,057904 \log_e P_p\{Ta\}]^{-1} - 273,15$$

$P_p\{Ta\}$ = Pressão parcial de vapor do ar à Ta, em que

$$P_p\{Ta\} = (P_s\{Ta\} \times UR)/100$$

UR = Umidade relativa

$$P_s\{T_a\} = 0,61078 \times 10^{(7,5 \times T_a)/(T_a+237,5)}$$

T_a = temperatura do ar

e determinada a Carga térmica radiante (CTR), proposta por Esmay (1979):

$$CTR = \sigma T_{rm}^4, \text{ W m}^{-2}$$

em que:

σ = constante de Stefan-Boltzmann, $5,67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$

T_{rm} = temperatura radiante média (°K)

$$T_{rm} = 100 \{2,51 Vv^{0,5} (Tg - Ta) + ((Tg + 273,15) / 100)^4\}^{0,25}$$

em que:

T_a = temperatura do ar (°C)

T_g = temperatura do globo negro (°C)

Vv = velocidade do vento (m s^{-1}).

Para a disponibilidade de forragem foi efetuada avaliação antes da entrada dos animais pela metodologia de dupla amostragem proposta por Wilm et al. (1944), e a oferta de forragem (OF) foi determinada como a fração entre a forragem disponível e a carga animal média em cada data de avaliação de comportamento e expressa em kg/ha de MS folha/dia pelo PV (peso vivo) (SOLLENBERG et al., 2005). As análises bromatológicas, as frações lâmina foliar e colmo+bainha verde foram moídas em moinho do tipo Willey com peneira de 1 mm e, posteriormente, foram analisados os teores de matéria seca (MS) em estufa a 105°C, proteína bruta (PB) pelo método da AOAC (1990) e fibra em detergente neutro (FDN) pelo método de partição de fibras, proposta por Van Soest et al. (1991).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com duas estações, dois tratamentos (sistemas), 24h e 12 repetições, e os dados submetidos à análise de variância, segundo o procedimento GLM do SAS (2008), e as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

A porcentagem dos registros de cada comportamento em cada hora foi transformada para uma distribuição normal utilizando a transformação arco seno da raiz quadrada.

Resultados e discussão

A disponibilidade de matéria seca (MS) de folhas com 1.757; 1.376; 223; 357 kg.ha⁻¹; e colmo com 4.876; 3.793; 1.006 e 1.383 kg ha⁻¹, respectivamente, para verão, inverno, SP e SS (Tabela 1), indicam que no verão em função do peso vivo médio dos novilhos (PV) com 208 kg ocorreu uma oferta adequada de folhas (OF) com 17,43% (SP) e 13,65% (SS), porém limitante no inverno com PV de 309 kg e oferta de 2,00% (SP) e 3,20% (SS), pois segundo Hodgson (1990), a oferta de duas a três vezes a necessidade diária do animal (10 a 12% do peso vivo) permitiria o máximo de desempenho de animais em pastejo. A relação folha:colmo no verão com 0,36:1, tanto para SP e SS e no inverno com 0,22:1 e 0,26:1, mostra ser baixa com acúmulo de matéria morta no inverno com 4.282 e 2.321 kg.ha⁻¹, respectivamente, para os sistemas SP e SS. Rodrigues et al. (2006), estudando cinco variedades de grama *Cynodon*, encontraram bons resultados na relação folha:colmo variando de 0,52:1 a 1,23:1.

Tabela 1. Disponibilidade de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) de folha e colmo; relação folha:colmo (F:C); MS de material morto (MM); oferta de forragem (OF), nos diferentes tratamentos.

Tratamento		Folha			Colmo			F:C	MM	OF
		MS (kg/ha)	PB (%)	FDN (%)	MS (kg/ha)	PB (%)	FDN (%)		MS (kg/ha)	(%)
Verão	SP	1757	13,28	72,65	4876	5,32	74,29	0,36:1	1408	17,43
	SS	1376	13,72	71,84	3793	4,97	79,13	0,36:1	2434	13,65
Inverno	SP	223	15,76	68,32	1006	4,27	82,69	0,22:1	4282	2,00
	SS	357	14,52	68,85	1383	3,83	80,62	0,26:1	2321	3,20

SP = sistema silvipastoril; SS = sistema sem sombra.

Os teores de proteína bruta (PB) na folha com 13,28; 13,72; 15,76 e 14,52%; e no colmo com 5,32 e 4,97; 4,27 e 3,83%, respectivamente, no verão, inverno, SP e SS e os teores de fibra em detergente neutro (FDN) na folha com 72,65; 71,84; 68,32 e 68,85% e no colmo com 74,29; 79,13; 82,69 e 80,62%, respectivamente, no verão, inverno, SP e SS estão adequados com o desenvolvimento da planta. Estes valores são semelhantes aos encontrados por Rodrigues et al. (2006) que, pesquisando a composição química de cultivares de *Cynodon*, encontraram valores de PB nas folhas entre 14,5 a 26,1%, e nos colmos entre 5,7 e 17,3%. Quanto à FDN, os mesmos autores encontraram teores nas folhas entre 53,0 a 82,2% e nos colmos de 65,3 a 85,6%, mostrando que a idade das plantas influenciou ($p < 0,01$) os valores de FDN dos colmos, resultados também

corroborado por Hodgson (1990) que afirma que ao longo do tempo as plantas passam por significativas alterações de sua composição e estrutura.

No verão, as temperaturas do ar (T_a) (Tabela 2) as mínimas observadas foram de 24,4 e 24,3°C e as máximas de 34,6 e 36,4°C para os sistemas SP e SS, respectivamente. Segundo Silva (2008), para zebuínos, a temperatura crítica superior (TCS) encontra-se acima de 35°C com resultados próximos e acima destes valores. Resultados semelhantes foram observados por Souza et al. (2010), sendo os valores de mínima e máxima de 25,5 e 37,0°C e 25,5 e 37,7°C, respectivamente, para os sistemas SP e SS, para a mesma estação e região. Já no inverno, as temperaturas do ar (T_a) mínimas e máximas foram, respectivamente, de 15,5 e 29,1°C para o sistema SP e 15,8 e 28,6°C para o sistema SS, não sendo limitante para os zebuínos utilizados no experimento.

Tabela 2. Valores médios, mínimos (mín.) e máximos (máx.) das temperaturas do globo negro (T_g) e do ar (T_a), da umidade relativa do ar (UR), da velocidade do vento (V_v), do índice de temperatura globo e umidade (ITGU) e da carga térmica radiante (CTR), nas estações e nos sistemas.

Variáveis Ambientais		Sistemas					
		SP			SS		
		média	mín.	máx.	média	mín.	máx.
T_g (°C)	Verão	30,7	21,7	40,7	32,9	22,3	47,3
	Inverno	23,2	13,8	36,3	23,7	13,0	34,5
T_a (°C)	Verão	29,2	24,4	34,6	29,3	24,3	36,4
	Inverno	22,2	15,5	29,1	22,3	15,8	28,6
UR (%)	Verão	71,9	47,7	89,8	71,6	47,0	89,0
	Inverno	65,2	40,7	86,0	64,5	40,7	86,3
V_v ($m\ s^{-1}$)	Verão	1,9	0,5	4,7	3,1	1,2	6,4
	Inverno	3,8	2,4	6,6	5,7	1,8	9,5
ITGU	Verão	81,9	72,4	91,8	84,8	73,2	98,6
	Inverno	71,7	62,5	82,1	71,3	60,0	83,8
CTR ($W\ m^{-2}$)	Verão	521,0	365,9	920,3	626,8	371,3	947,4
	Inverno	476,0	345,7	695,0	513,1	302,4	872,6

SP = sistema silvipastoril; SS = sistema sem sombra.

A umidade relativa do ar (UR), no verão com médias, mínimas e máximas de 71,9; 47,7; 89,8; 71,6; 47,0 e 89,0% e no inverno com 65,2; 40,7; 86,0; 64,5; 40,7 e 86,3%, respectivamente, no SP e SS, foram inferiores às máximas encontradas por Amaral et al. (2009) que observaram valor de 99,00% no verão e inverno, porém superiores às mínimas com 43,33 e 31,50% no verão e inverno, respectivamente.

Os valores médios, mínimos e máximos da velocidade do vento (V_v) no verão de 1,9; 0,5; 4,7 $m\ s^{-1}$ para o sistema SP, e 3,1; 1,2; 6,4 $m\ s^{-1}$ para o sistema SS e no inverno

com 3,8; 2,4; 6,6 m s⁻¹ para o sistema SP, e 5,7; 1,8 e 9,5 m s⁻¹ para o sistema SS, mostram queda no sistema SP em relação ao sistema SS, o que está de acordo com Soares et al. (2009) que obtiveram diminuição de 51% na velocidade do vento no interior do bosque em comparação com área a pleno sol.

No verão, o valor encontrado de ITGU no sistema SP (Tabela 2) variou de 72,4 a 91,8 com média de 81,9 e no sistema SS entre 73,2 a 98,6 com média de 84,8, o que de acordo com Hahn (1985), para bovinos de leite, animais mais sensíveis do que os utilizados neste experimento estariam entre estresse crítico e situação de emergência, porém Silva (2008) mostra que como as observações foram realizadas nas condições dos Estados Unidos, com animais plenamente adaptados a elas, é possível que para animais adaptados às condições tropicais, os valores sejam diferentes.

Para o inverno, o ITGU no sistema SP foi de 62,5 a 82,1 com média de 71,7 e no sistema SS de 60,0 a 83,8 com média de 71,3 mostrando situação de conforto térmico na maior parte do tempo.

Os comportamentos PAST, RUDEIT, OCDEIT e OCEMP (Figura 1) sofreram efeito quadrático ($p < 0,05$) da hora do dia, sem efeito ($p > 0,05$) para a RUEMP, sendo, respectivamente, o valor máximo de 52,1% (PAST) e 15,8% (OCEMP) e valores de mínimas de 12,3% (RUDEIT), e 11,6% (OCDEIT), todos ocorrendo às 14h, que está de acordo com Van Soest (1994) que diz que o hábito de pastejo dos ruminantes apresenta um padrão diurno, com um pequeno pastejo a noite.

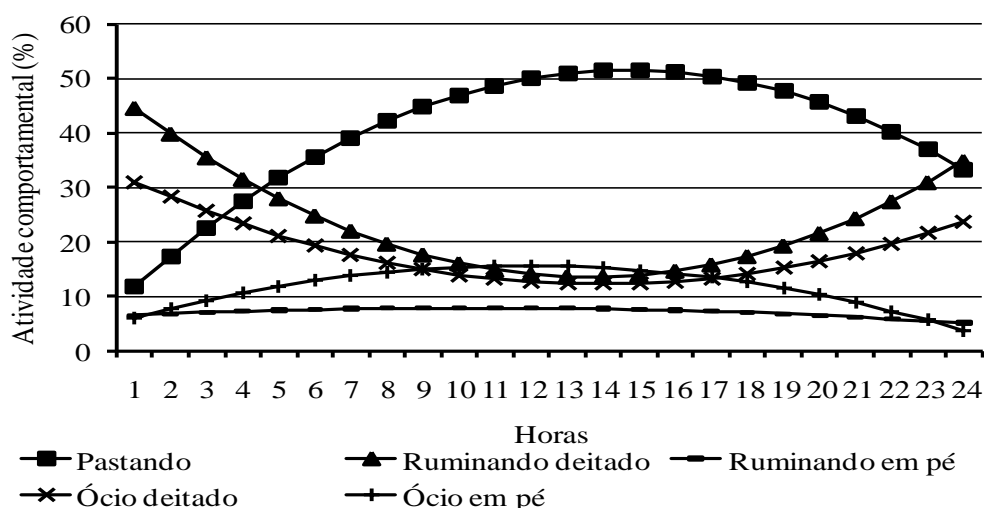


Figura 1. Porcentagem do tempo dos animais nos diferentes comportamentos - ((-■-) PAST = $5,75 + 6,24H - 0,2H^2$ ($r^2 = 0,14$) (-—-) RUEMP = $6,16 + 0,32H - 0,015H^2$ ($r^2 = 0,013$) (-▲-) RUDEIT = $49,81 - 5,34H + 0,19H^2$ ($r^2 = 0,21$); (-×-) OCDEIT = $34,03 - 3,14 H + 0,11 H^2$ ($r^2 = 0,11$); (-+-) OCEMP = $4,24 + 1,92 H - 0,08 H^2$ ($r^2 = 0,14$)), em função da hora do dia.

O efeito da hora no comportamento PAST está de acordo com Zanine et al. (2007) que observaram resultado semelhante com a preferência dos animais em alternarem períodos de pastejo, ruminação e ócio. Da mesma forma, Souza et al. (2010) relatam uma antecipação no pastejo nos períodos mais favoráveis, já os animais com acesso à sombra não necessitariam de utilizar deste procedimento.

Para o comportamento ócio em pé (OCEMP), este indica que os animais tendem a se ajustarem ao ambiente térmico alterando sua postura, permanecendo em pé para aumentar as perdas por convecção (MARQUES et al., 2005).

Para o comportamento ruminando em pé (RUEMP), a hora do dia não interferiu neste comportamento, mostrando que os animais preferem realizar esta atividade deitados.

Para tempo de ruminação deitado (RUDEIT) e de ócio deitado (OCDEIT) segue o mesmo padrão de comportamento. Estes comportamentos estão relacionados e ocorrem de preferência deitado e são utilizados como os melhores indicadores de que o animal se encontra em boas condições de bem-estar (LEME et al., 2005).

Os comportamentos PAST e RUDEIT não sofreram efeitos entre as estações (Tabela 3), ($p > 0,05$), porém verificou-se tendência de serem maiores no inverno. Este fato pode ser explicado pela mudança da morfologia da planta na relação folha:colmo que no verão foi de 0,36:1 para os sistemas SP e SS e no inverno de 0,22:1 para o sistema SP e 0,26:1 para o sistema SS, causando tendência de aumento no tempo de pastejo. Para Schio et al. (2011), a relação folha:colmo e a distribuição de folhas no perfil do pasto são fatores que exercem profunda influência no processo seletivo, contudo, segundo Zanine et al. (2007), o comportamento seletivo promove aumento no tempo de pastejo.

Tabela 3. Valores médios e erros-padrão da porcentagem dos comportamentos pastando (PAST), ruminando deitado (RUDEIT) e ócio deitado (OCDEIT), dos animais de acordo com as estações do ano.

Comportamentos	Estação do ano		CV (%)
	Verão	Inverno	
Pastando (PAST)	37,1 ± 23,6 a	43,6 ± 27,4 a	44,28
Ruminando deitado (RUDEIT)	18,8 ± 10,6 a	27,3 ± 20,1 a	45,23
Ócio deitado (OCDEIT)	21,9 ± 14,9 a	13,9 ± 9,9 b	47,37

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

CV = coeficiente de variação.

Multiplicando-se o percentual de tempo que os animais permaneceram nas atividades, pelo tempo diário, teremos que para tempo médio de pastejo foi de 534 min para o verão e 627 min para o inverno, e Hodgson (1990) mostrou que pastejos superiores a 480-540 min dia⁻¹ indicam ofertas limitantes ao consumo de forragem.

No verão, a oferta de matéria seca de folha (MSF) (Tabela 1) foi de 17,43% no sistema SP e 13,65% no sistema SS, não sendo limitante para os animais e no inverno de 2,00% no sistema SP e 3,20% no sistema SS, sendo a oferta, respectivamente, baixa e inadequada aos animais. A relação caule:folha no verão foi de 0,36:1 nos sistemas SP e SS e no inverno de 0,22:1 no SP e 0,26:1 no SS, sendo baixa tanto no verão como no inverno, podendo-se atribuir o alto tempo de pastejo nas estações, pois de acordo com Zanine et al. (2007), os animais elevam o tempo de pastejo como forma de compensar a seletividade, o que é também corroborado por Ortêncio Filho et al. (2001) que afirmam que os animais consomem em média valores entre 2 e 5% de seu peso corporal por dia de pastagem, e o tempo de pastejo varia de acordo com a disponibilidade e o tipo de alimento.

Da mesma forma, ocorreu para o comportamento ruminando deitado (RUDEIT) (Tabela 3) que também não foi influenciado ($p > 0,05$) pela estação do ano. Segundo Van Soest (1994), a ruminação é proporcional ao teor de fibra em detergente neutro (FDN) das dietas.

No verão, os teores de FDN das folhas foram superiores aos do inverno, e no colmo foram menores no verão que no inverno, respectivamente, para os sistemas SP e SS (Tabela 1).

A não-diferença ($p > 0,05$) ocorrida no comportamento RUDEIT pode ser pelo pastejo seletivo, uma vez que ocorreu tendência de maior tempo de pastejo no inverno, e que o pastejo seletivo, segundo Zanine et al. (2007), permite compensar a baixa qualidade da forragem, ingerindo partes mais nutritivas das plantas.

Missio et al. (2010), estudando o comportamento ingestivo de tourinhos em confinamento, com diferentes níveis de concentrado, observaram que o tempo destinado à ruminação diminuiu linearmente ($p < 0,0001$) com o incremento de concentrado na dieta, principalmente, pela diminuição na ingestão de fibra em detergente neutro com o tempo de RUDEIT de 8,75; 8,65; 6,76; 5,73h, indicando preferência de ruminar deitado.

Freitas et al. (2010), avaliando o comportamento de novilhos em confinamento com vários níveis (0, 33 e 66%) de substituição de silagem de milho pela silagem de

girasol, não encontraram diferença ($p > 0,05$) para o comportamento RUDEIT, respectivamente, com 7,85; 8,03; e 8,21h dia⁻¹.

O comportamento OCDEIT sofreu efeito ($p < 0,05$) das estações do ano, sendo de 21,9% no verão e 13,9% no inverno, resposta associada à temperatura do ar que no verão foi de 29,2°C, enquanto no inverno de 23,2°C, o que está de acordo com Ortêncio Filho et al. (2001) que também observaram, nos períodos mais quentes do ano, aumento no tempo de ócio para diminuir a produção de calor metabólico excedente. Silva (2008) explica que os ruminantes, na posição deitado estão demonstrando encontrar ambiente em condição de bem-estar e também por aumentarem a área de superfície de contato para a perda de calor por condução. Faria et al. (2011) observaram que os animais permaneciam mais tempo deitado, com temperatura do piso mais baixa indicando que os animais buscam seu maior conforto quando as condições do ambiente são favoráveis.

No verão, o comportamento RUEMP (Tabela 4) apresentou diferença entre os sistemas ($p < 0,05$), sendo maior no SP (9,43%) ao SS (6,19%), enquanto no inverno, embora menor no SP (4,36%) ao SS (8,27%), não ocorreu diferença ($p > 0,05$) entre os sistemas.

Tabela 4. Valores médios e erros-padrão da porcentagem do comportamento ruminando em pé (RUEMP) dos animais em função da estação do ano e o tipo de sistema utilizado.

Estação do ano	Sistema		
	SP	SS	CV (%)
Verão	9,43 ± 3,8 aA	6,19 ± 4,2 bA	52,07
Inverno	4,36 ± 3,9 aB	8,27 ± 6,7 aA	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%; CV = coeficiente de variação; SP = sistema silvipastoril; SS = sistema sem sombra.

No verão, a diferença entre os sistemas pode ser explicada pelo fato de que a postura em pé facilita as perdas de calor por convecção, auxiliada pela velocidade média do vento que foi menor no SP (1,9 m s⁻¹) em comparação ao SS (3,1 m s⁻¹) (Tabela 1), com a temperatura do ar apresentando média de 29,2 e 29,3°C, e máxima de 34 e 36,4°C, respectivamente, para SP e SS, média esta situada abaixo da considerada limitante por Silva (2008) para zebuínos que é de 35°C. Contudo, as máximas próximas e acima deste valor indicam desconforto térmico neste período, e que para manter a homeostase, os animais necessitariam de permanecer maior tempo nesta posição neste sistema. No inverno, a Ta não foi limitante o que não influenciou o tempo de RUEMP entre os sistemas.

Segundo Leme et al. (2005), um indicativo de bem-estar para ruminção e ócio é a posição deitada, sendo que os animais quando em pé nestas atividades indicam situação de desconforto, podendo ser um indicativo de ambiente com maior estresse térmico.

Silva (2008) relata que, em bovinos nos ambientes tropicais, o mecanismo fisiológico de termólise considerado mais eficaz é o evaporativo, sob estresse, com a evaporação respiratória respondendo por 30% do total, e os restantes 70% à evaporação cutânea.

Missio et al. (2010), trabalhando com tourinhos em confinamento, não encontraram diferença ($p > 0,05$) para RUEMP com os valores de 0,21 0,26 0,51 e 0,44h/dia, contudo Freitas et al. (2010), com novilhos cruzados Nelore x Charolês testando níveis de substituição de silagem de milho por silagem de girasol (0, 33 e 66%) em confinamento, encontraram diferença significativa ($p < 0,05$) para o comportamento RUEMP com os tempos 0,76; 0,72; 1,24h/dia, respectivamente.

Os animais dedicaram mais tempo ($p < 0,05$) no comportamento OCEMP no verão (Tabela 5), quando no sistema SP (20,10%) em relação ao inverno (9,05%), enquanto aqueles do sistema SS não mostraram diferença ($p > 0,05$) para o verão (8,82%) e inverno (8,44%).

Tabela 5. Valores médios e erros-padrão da porcentagem do comportamento ócio em pé (OCEMP) dos animais em função da estação do ano e o tipo de sistema utilizado.

Estação do ano	Sistema		
	SP	SS	CV (%)
Verão	20,10 ± 10,4 aA	8,82 ± 5,8 bA	43,51
Inverno	9,05 ± 7,3 aB	8,44 ± 6,4 aA	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%; CV = coeficiente de variação; SP = sistema silvipastoril; SS = sistema sem sombra.

A maior porcentagem do tempo de OCEMP no sistema SP durante o verão pode ser explicado pela preferência dos animais em permanecer nesta posição para melhorar as perdas pelo mecanismo da convecção. A temperatura máxima do ar (Tabela 1), no verão de 34 e 36,4°C, respectivamente, para os sistemas SP e SS, atingiu valores próximos e acima da temperatura crítica superior para zebuínos ($< 35^{\circ}\text{C}$) (SILVA, 2008), e com a velocidade do vento menor no sistema SP (1,9 m s^{-1}) em relação ao sistema SS (3,1 m s^{-1}), os animais procuraram assim permanecer maior tempo em pé no sistema SP em relação ao sistema SS.

No inverno, em função da temperatura máxima do ar ser de 29,1 e 28,6°C não considerada limitante para o conforto térmico dos animais, não foi observado diferença para o comportamento OCEMP. De acordo com Leme et al. (2005), os animais tendem a se ajustar ao ambiente térmico alterando sua postura, sendo que no inverno as condições ambientais não constituem um fator de estresse calórico.

Missio et al. (2010), trabalhando com tourinhos em confinamento e recebendo vários níveis de concentrado (22, 40, 59 e 79%), não encontraram diferença ($p > 0,05$) para OCEMP (2,21; 3,20; 4,17 e 3,74h/dia), indicando que as atividades dos animais em pé mostraram estar menos relacionadas com os níveis de concentrado na dieta do que a outras causas. Contudo, Freitas et al. (2010) encontraram diferença ($p < 0,05$) para OCEMP, para os animais que receberam 0, 33 e 66% de silagem de girassol em substituição à silagem de milho, respectivamente, com os tempos de 2,69; 3,48; 3,93h/dia, observando efeito da dieta para este comportamento.

Conclusão

O sistema silvipastoril alterou o ambiente reduzindo a temperatura do globo e a velocidade do vento reduzindo o ITGU e A CTR, alterando o comportamento dos animais em que no verão o ócio deitado foi maior. A disponibilidade de sombra de maneira adequada proporciona alternativa de local com melhores condições de bem-estar animal, comparado a um sistema desprovido de sombra.

Referências

AOAC-Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 15. ed. Washington, D.C., 1990.

AMARAL, D. F.; BARBOSA, O. R.; GASPARINO, E.; AKIMOTO, L. S.; LOURENÇO, F. J.; SANTELLO, G. A. Efeito da suplementação alimentar nas respostas fisiológicas, hormonais e sanguíneas de ovelhas Santa Inês, Ile de France e Texel. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 31, n. 4, p. 403-410, 2009.

BUFFINGTON, D. E.; COLAZZO-AROCHE, A.; CANTON, G. H.; PITT, D. Black globe-humidity index (BGHI) as confort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981.

CARLOTTO, S. B.; MEDEIROS, R. B.; PELLEGRINI, C. B.; GARCIA, R. P. A.; LIBOA, C. A. V.; SAIBRO, J. C. Comportamento ingestivo diurno de vacas primíparas em pastagem nativa dominada por capim-annoni-2 com suplementação protéica e mineral em diversas estações climáticas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 3, p. 454-461, 2010.

CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Londrina: Iapar, 2000.

ESMAY, M. L. **Principles of animal environment**. West Port: Avi Publishing, 1979.

FARIA, L. A.; BARBOSA, O. R.; ZEOULA, L. M.; AGUIAR, S. C.; PRADO, R. M.; BERTOLINI, D. A. Produto à base de própolis (LLOS) na dieta de bovinos inteiros confinados: comportamento animal e respostas sanguíneas. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 1, p. 79-85, 2011.

FREITAS, L. S.; SILVA, J. H. S.; SEGABINAZZI, L. R.; SILVA, V. S.; ALVES FILHO, D. C.; BONDANI, I. L. Substituição da silagem de milho por silagem de girasol na dieta de novilhos em confinamento: comportamento ingestivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 225-232, 2010.

HAHN, G. L. **Management and housing of farm animals in hot environments**. In: YOUSEF, M. (Ed.). *Stress physiology in livestock*. Boca Raton: CRC Press, 1985. v. 2, p. 151-174.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. New York: Longman Scientific & Technical, 1990.

LEME, T. M. S. P.; PIRES, M. F. A.; VERNEQUE, R. S.; ALVIM, M. J.; AROEIRA, L. J. M. Comportamento de vacas mestiças holandês x zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ciência Agrotécnica**, v. 29, n. 3, p. 668-675, 2005.

MARQUES, J. A.; MAGGIONI, D.; ABRAHÃO, J. J. S.; GUILHERME, E.; BEZERRA, G. A.; LUGÃO, S. M. B. Comportamento de touros jovens em confinamento alojados isoladamente ou em grupo. **Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal**, v. 13, n. 3, p. 97-102, 2005.

MARTIN, P.; BATESON, P. **Measuring behaviour: an introductory guide**. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1993.

MENDES, R. S.; SILVA, A. M. A.; SILVA, G. L. S.; NÓBREGA, G. H.; LOBO, K. M.; PEREIRA FILHO, J. M. Exigência líquida de zinco, cobre e ferro para cordeiros em pastejo no semiárido. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 32, n. 3, p. 279-284, 2010.

MISSIO, R. L.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; SILVEIRA, M. F.; FREITAS, L. S.; RESTLE, J. Comportamento ingestivo de tourinhos terminados em confinamento, alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 7, p. 1571-1578, 2010.

ORTÊNCIO FILHO, H.; BARBOSA, O. R.; SHIGUEIRO, S.; ONORATO, W. M.; MACEDO, F. A. F. Efeito da sombra natural e da tosquia no comportamento de ovelhas das raças Texel e Hampshire Down, ao longo do período diurno, no Noroeste do Estado do Paraná. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 1, p. 79-85, 2001.

RODRIGUES, L. R. A.; RODRIGUES, T. J. D.; REIS, R. A.; SOARES FILHO, C. V. Produção de massa seca e composição química de cinco cultivares de Cynodon. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 28, n. 3, p. 251-258, 2006.

SAS-Statistical Analysis System Institute. **SAS statistic guide for personal computers**. Carry, 2008.

SCHIO, A. R.; VELOSO, C. M.; SILVA, F. F.; ÍTAVO, L. C. V.; MATEUS, R. G.; SILVA, R. R. Ofertas de forragem para novilhas nelore suplementadas no período de seca e transição seca/águas. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 1, p. 9-17, 2011.

SILVA, R. G. **Biofísica ambiental**: os animais e seu ambiente. Jaboticabal. Funep, 2008.

SOARES, A. B.; SARTOR, L. R.; ADAMI, P. F.; VARELLA, A. C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J. C. Influencia da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 443-451, 2009.

SOLLENBERG, L. E.; MOORE, J. E.; ALLEN, V. G.; PEREIRA, C. G. S. Reporting forage allowance in grazing experiments. **Crop Science**, v. 45, n. 3, p. 896-900, 2005.

SOUZA, W.; BARBOSA, O. R.; MARQUES, J. A.; GASPARINO, E.; CECATO, U.; BARBERO, L. M. Behavior of beef cattle in silvipastoral systems with eucalyptus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 3, p. 677-684, 2010.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Cornell: Ithaca, 1994.
ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M.; PARENTE, H. N.; FERREIRA, D. J.; OLIVEIRA, J. S.; LANA, R. P. Hábito de pastejo de novilhas em pastagens do gênero Brachiaria. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 29, n. 4, p. 365-369, 2007.

WILM, H. G.; COSTELLO, O. F.; KLIPPLE, G. E. Estimating forage yield by the double sampling method. **Journal American Society Agronomic**, v. 36, n. 1, p. 194-203, 1944.