

# CONFORTO TÉRMICO EM SISTEMA SILVIPASTORIL COM ÁRVORES DISPERSAS

Lusimar Lamarte Gonzaga Galindo da Silva<sup>\*1</sup>, Alexander Silva de Resende<sup>\*2</sup>, Paulo Francisco Dias<sup>\*3</sup> †<sup>\*\*\*</sup>, Sebastião Manhães Souto<sup>\*2</sup>, Bruno Campbell de Azevedo<sup>\*4</sup>, Márcia de Souza Vieira<sup>\*4</sup>, Aline Alves Colombari<sup>\*4</sup>, Anatoly Queiroz Abreu Torres<sup>\*4</sup>, Patrícia Morais da Matta<sup>\*4</sup>, Thaisi Bertoldi Perin<sup>\*4</sup>, Eduardo Francia Carneiro Campello<sup>\*2</sup>, A. Antônio Franco<sup>\*2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, BR 465 Km 7, Seropédica-RJ, lggalindo@yahoo.com.br, <sup>2</sup>Embrapa Agrobiologia, BR 465 Km 7, Seropédica-RJ, smsouto@cnpab.embrapa.br, alex@cnpab.embrapa.br, <sup>3</sup>Estação Experimental de Seropédica-PESAGRO-Rio, BR 465, Km 7, Seropédica-RJ, <sup>4</sup>Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, BR 465 Km 7, Seropédica-RJ

## RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi comparar as diferenças de parâmetros microclimáticos em três ambientes, sob a copa das árvores da espécie *Acacia holosericea*, nas entrelinhas e a pleno sol, em três períodos do dia (9, 12 e 15 h), em duas épocas do ano (seca=inverno e das águas=verão), no município de Seropédica-RJ. Delineamento estatístico utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados em parcela subdividida, onde o local de amostragem representou a parcela, o período e a época das amostragens as subparcelas, mais um tratamento adicional só com o capim. Os nove parâmetros microclimáticos estudados foram: temperatura de globo negro (TGN), temperatura de bulbo seco (TBS), temperatura de bulbo úmido (TBU), temperatura máxima (Tmáx), temperatura mínima (Tmín), velocidade do vento (VV), índice de temperatura e umidade (ITU), índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) e carga térmica radiante CTR). Resultados mostraram que valores de TGN, TBU, ITU e ITGU foram mais baixos na época seca. ITGU foi mais baixo, pela manhã e a tarde, e correlacionou com ITU ( $r = 0,85$ ) e se apresentou como um indicador mais preciso de conforto térmico. A sombra da copa das árvores mostrou que pode reduzir em 26% a carga de calor sobre o animal, comparado com o tratamento a pleno sol.

Palavras chave: Índice de Temperatura e Umidade, Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade, Carga Térmica de Radiação, leguminosa arbórea.

## INTRODUÇÃO

Por causa dos elevados níveis de radiação solar nas regiões tropicais, a simples existência de sombra de árvores pode alterar favorável e significativamente o desempenho dos animais (Leme *et al.*, 2005), afora outras melhorias no ambiente. Costa (1982), afirma que não há melhor sombra que a de uma árvore, pois a vegetação transforma a energia solar pela fotossíntese, em energia química latente, reduzindo a incidência de insolação durante o dia, ao mesmo tempo em que, pelo metabolismo, libera calor durante a noite. Se a espécie arbórea pertencer a família leguminosa, pode haver aumento na fertilidade do solo (Dias *et al.*, 2006), ou ser usada na alimentação dos animais, na exploração da madeira e em outras utilidades não convencionais, como na alimentação humana e na medicina popular (Souto *et al.*, 2001).

O objetivo do presente trabalho foi comparar as diferenças microclimáticas em três ambientes, sob a copa de árvores da espécie *A. holosericea*, nas entrelinhas e a pleno sol, em três horários durante o dia e em dois períodos do ano.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em uma pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, estabelecida no ano 2000 e localizada em uma área da Estação Experimental de Seropédica, da PESAGRO, no município de Seropédica, RJ, nas coordenadas geográficas 22° 48' S, 43° 42' W e altitude 33m. O clima da região no sistema Köppen é classificado como Aw, apresentando verões quente-úmidos e inverno seco. O regime térmico é caracterizado como subquente (Ramos *et al.*, 1973)

O delineamento utilizado foi de blocos casualizados em parcela subdividida, onde o local de amostragem (metade da projeção do raio da copa de *A. holosericea* e entrelinhas das árvores) representou a parcela, a época de amostragem (das águas e seca) e o período do dia (9, 12 e 15 horas) das amostragens as subparcelas, mais um tratamento adicional só com o capim. O plantio das mudas da espécie arbórea na pastagem do capim Marandu foi feito em dezembro/2001, na densidade de 100 mudas/ha.

As variáveis avaliadas foram: temperatura de globo negro (TGN), temperatura de bulbo seco (TBS), temperatura de bulbo úmido (TBU), temperatura máxima (Tmáx.), temperatura mínima (Tmín), velocidade do vento (VV), índice de temperatura e umidade (ITU), índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) e carga térmica radiante (CTR). As amostragens das variáveis foram feitas durante quatro dias nos meses de fevereiro (época das águas ou verão) e julho (seca ou inverno) de 2007, às 9, 12 e 15 horas.

Resultados foram avaliados por meio da correlação de Pearson usando o programa SAEG 9.0 (Fundação Arthur Bernardes, 2005) e o teste Scott-Knott à 5% de probabilidade no programa SISVAR 4.6 (Ferreira, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado geral dos efeitos dos tratamentos para as nove variáveis é mostrado na Tabela 1.

Foram observadas diferenças significativas entre os locais de amostragens para temperatura de globo negro (TGN). As médias de TGN encontradas para as amostragens feitas à pleno sol e nas entrelinhas das árvores não diferenciaram entre si (34,8 °C média dos dois locais) mas foram superiores a registrada (31,1 °C) sob a copa de *A.holosericea*. TGN na época das águas ou verão (35,0 °C) foi significativamente maior que a registrada na seca ou inverno (31,4 °C).

**Tabela 1.** Efeito do período, local e horário de amostragens nas variáveis microclimáticas. Médias de quatro repetições

Tratamentos	Variáveis*								
	TGN	TBS	TBU	T máx	T mín	VV	ITU	ITGU	CTR
<b>Período</b>									
Águas	35,7 <sup>A</sup>	28,9 <sup>A</sup>	23,6 <sup>A</sup>	31,9 <sup>A</sup>	27,1 <sup>A</sup>	1,84	78,9 <sup>A</sup>	85,8 <sup>A</sup>	626,3
Secas	31,4 <sup>B</sup>	25,9 <sup>B</sup>	19,9 <sup>B</sup>	28,2 <sup>B</sup>	24,1 <sup>B</sup>	1,39	74,6 <sup>B</sup>	80,7 <sup>B</sup>	689,1
<b>Local</b>									
Sob a copa	31,1 <sup>B</sup>	26,7	21,3	28,9	25,1	1,61	75,9	80,3 <sup>B</sup>	532,8 <sup>B</sup>
Entre-linhas	34,0 <sup>A</sup>	27,5	22,0	30,2	25,7	1,61	76,9	84,3 <sup>A</sup>	679,4 <sup>A</sup>
Pleno sol	35,5 <sup>A</sup>	28,2	22,0	30,9	26,1	1,63	77,6	85,0 <sup>A</sup>	670,9 <sup>A</sup>
<b>Horário</b>									
9	32,6	25,7	21,4	28,1 <sup>B</sup>	22,3 <sup>B</sup>	0,99	74,9	81,9 <sup>B</sup>	599,8
12	35,6	28,9	22,2	31,2 <sup>A</sup>	26,7 <sup>A</sup>	2,03	78,5	85,9 <sup>A</sup>	664,4
15	32,5	27,6	21,7	30,9 <sup>A</sup>	27,9 <sup>A</sup>	1,81	76,9	81,4 <sup>B</sup>	618,9

\*TGN= temperatura do globo negro, em °C; TBS= temperatura do bulbo seco, em °C; TBU= temperatura do bulbo úmido, em °C; VV= velocidade do vento, em m/s; Tmáx.= temperatura máxima, em °C; Tmín.= temperatura mínima, em °C; ITU= índice de temperatura e umidade, em °C; ITGN= índice de temperatura do globo e umidade; CTR= carga térmica radiante, em W/m<sup>2</sup>. Médias com mesma letra nas colunas, dentro de cada tratamento não diferem estatisticamente pelo teste Scott Knott à nível de probabilidade 5%

Resultados do presente experimento (Tabela 1), baseados na classificação de Mota (2001), mostraram que para vacas em lactação, a época das águas proporcionou valores críticos de TGN, ao passo que, na época seca foi regular. Amostragem de TGN das 12 horas foi também crítica, enquanto dos outros horários (9 e 15 h) foi regular.

TGN medida sob a copa da espécie *A. holosericea* foi regular, além de ser significativamente inferior aos outros dois locais (entrelinhas e pleno sol) de amostragem, e assim, proporcionar maior conforto térmico aos animais.

Resultados do presente experimento mostraram que os valores observados para TBS foram maiores que 24 °C, sendo que, a média da época das águas (28,9 °C) foi significativamente maior que a da época seca (25,9 °C), e também, houve tendência dos menores valores serem encontrados nas amostragens feitas às 9 h (25,7 °C) e sob a copa das árvores (26,7 °C), quando comparados com outros horários e locais. Entretanto, nenhum valor atingiu o TBS igual a 43 °C, indicado por Ferreira *et al.* (2006) como aquele que determina a condição severa de estresse calórico.

TBS mostrou tendência de alcançar valor máximo às 12 h, estando assim em concordância com os resultados de Kawabata *et al.* (2005) e em discordância com os de Nääs *et al.* (2001), que observaram gradual elevação de temperatura durante o dia, até alcançar o seu máximo por volta das 14 h.

Resultados mostrados na Tabela 1 para temperatura de bulbo úmido (TBU) estão acima do indicado por Ferreira *et al.* (2006) para conforto térmico (18 °C), mas não atingiram o valor (36 °C) indicado pelos mesmos autores para condição de estresse calórico severo. O valor de TBU na época das águas (23,6 °C) foi significativamente superior ao registrado na época seca (19,9 °C), enquanto houve tendência dos menores valores serem encontrados as 9h (21,4 °C) e sob a copa da espécie arbórea (26,7 °C).

Foi observada tendência do valor de T<sub>máx</sub> sob a copa das árvores ser menor que na entrelinha e a pleno sol.

Armstrong (1994) classificou o estresse térmico de acordo com a variação do ITU em pequeno ou brando (72 a 78), moderado (79 a 88) e severo (89 a 98). O ITU abaixo de 72 caracteriza um ambiente sem estresse por calor (Perissinoto *et al.*, 2005; Ferreira *et al.*, 2006).

Foram observadas diferenças significativas no ITU entre as épocas (Tabela 1), na época das águas (78,9) foi maior que na seca (74,6). Houve tendência do ITU ser menor na amostragem das 9h (74,9) e sob a copa da espécie arbórea (75,9).

Foram observadas diferenças significativas entre todos os tratamentos para ITGU (Tabela 1). Menores valores para ITGU foram encontrados na época seca (80,7), às 9 e 15 h (média igual a 81,6) e sob a copa das árvores (80,3). Resultados encontrados para ITGU estão um pouco acima da faixa (74-78) estabelecida por Baêta (1985) como “valor de alerta”, acima do que as vacas da raça holandesa estariam com problemas relacionados ao estresse calórico.

Tendência de aumento de ITGU ao longo do dia até as 12 horas, no presente experimento foi coincidente com resultados de Kawabata *et al.* (2005), onde estatisticamente não se observaram diferenças no ITGU entre 12 e 15 h nos dois melhores tratamentos, abrigos para os animais, com cobertura de cimento-celulose na sombra e cimento-celulose no sol.

Carga Térmica Radiante (CTR) foi afetada significativamente pelo local de amostragem, mostrando que sob a copa das árvores foi obtido o menor valor de CTR (532,9 W/m<sup>2</sup>), quando comparado com os valores observados na entrelinha e a pleno sol.

Silva *et al.* (1990) registraram que o mais importante nas instalações é diminuir o balanço de energia entre o animal e o meio, até um limite de otimização, sendo a CTR um dos principais componentes do balanço energético de um animal e sua avaliação é fundamental no estudo da definição do meio ambiente.

Tendência de aumento de CTR ao longo do dia até as 12 horas foi coincidente com resultados de Kawabata *et al.* (2005), onde estatisticamente não se observaram diferenças no CTR entre 12 e 15 h nos dois melhores tratamentos, abrigos com cobertura de cimento-celulose na sombra e cimento-celulose no sol.

## CONCLUSÃO

O sistema silvipastoril constitui em um eficiente espaço para criação de animais mestiços para produção de leite, fornecendo um ambiente de conforto térmico, sendo ainda mais importante quando se considera cruzamento com predominância de sangue europeu.

## AGRADECIMENTOS

A Embrapa Agrobiologia e a PESAGRO-Rio pelo suporte experimental. Ao curso de pós-graduação em Agronomia da UFRRJ, pelo conhecimento para preparação desse artigo. Este artigo é dedicado ao Pesquisador da PESAGRO, Dr. Paulo Francisco Dias.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARMSTRONG, D. V. 1994. Heat stress interaction with shade and cooling. *Journal of Dairy Science*. 77: 2044-2050.
- BACCARI Jr., F. 2001. Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes. Londrina: Universidade Estadual de Londrina. 142p.
- BAÊTA, F. C. 1985. Responses of lactating dairy cows to the combined effects of temperature, humidity and wind velocity in the warm season. Thesis (PhD). University Missouri, Missouri. 218p.
- COSTA, E. C. 1982. Arquitetura ecológica, condicionamento térmico natural. São Paulo: Edgar Blücher, 264p.
- DIAS, P. F., S. M. SOUTO, A. S. RESENDE, J. F. MOREIRA, J. C. POLIDORO, E. F. C. CAMPELLO, A. FRANCO. 2006. Influência da projeção da copa de espécies de leguminosas arbóreas nas características químicas do solo. *Pasturas Tropicais*. 20 (2): 8-17.
- FERREIRA, D. F. 2000. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows 4.0. In: 45ª Reunião anual Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, p.255-258.
- FERREIRA, F., M. F. A. PIRES, M. L. MARTINEZ, S. G. COELHO, A. U. CARVALHO, P. M. FERREIRA, E. J. FACURY FILHO, W. E. CAMPOS. 2006. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 58 (5): 1-9.
- FUNDAÇÃO ARTHUR BERNARDES, 2005. Sistema para análises estatísticas: SAEG 9.0. Viçosa: UFV, 301p.

KAWABATA, C. Y., R. C. CASTRO, H. SAVASTANO JUNIOR. 2005. Índices de conforto térmico e respostas fisiológicas de bezerros da raça holandesa em bezerreiros individuais com diferentes coberturas. *Engenharia Agrícola*. 25 (3): 598-607.

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

NÃÃS, I. A., K. B. SEVEGNANI, F. G. MARCHETO, J. C. C. ESPELHO, V. MENEGASSI, I. J. O. SILVA. 2001. Avaliação térmica de telhas de composição de celulose e betume, pintadas de branco, em modelos de aviários com escala reduzida. *Engenharia Agrícola*. 21 (2): 121-126

PERISSINOTO, M., D. J. MOURA, I. J. O. SILVA, S. V. MATARAZZO. 2005. Influência do ambiente no consumo de água de bebida de vacas leiteiras. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 9 (2): 1-10.

RAMOS, D. P., A. F. CASTRO, N. M. CAMARGO. 1973. Levantamento detalhado de solos da área da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 8: 1-27.

SOUTO, S. M., A. A. FRANCO, E. F. C. CAMPELLO, I. M. SILVA, J. C. VILELLA, M. M. T. ROSA, M. M. T. CONDE. 2001. Utilidade das árvores identificadas em pastagens das regiões norte, noroeste e serrana do Estado do Rio de Janeiro. *Seropédica: CNPAB*, 23p. (CNPBS. Documentos, 131).