

# DETERMINAÇÃO DA LINHA BASE PARA AVALIAÇÃO DO CWSI DA CULTURA DO CAFÉ (*Coffea arabica* L.) POR TERMOMETRIA A INFRAVERMELHO<sup>1</sup>

KLERISSON M. G. OLIVEIRA<sup>2</sup>, LUIZ G. de CARVALHO<sup>3</sup>, MYRIANE S. SCALCO<sup>4</sup>,  
ALBERTO COLOMBO<sup>5</sup>, AUGUSTO R. de MORAIS<sup>6</sup>, FLÁVIO A. DAMASCENO<sup>7</sup> THIAGO  
C. V. dos SANTOS<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Projeto de pesquisa financiado pelo CBP&D/CAFÉ.

<sup>2</sup> Estudante de Graduação em Engenharia Agrícola, Bolsista PIBIC/CNPq, Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras – MG, Fone: (035) 9917.0002, klerissonmilton@yahoo.com.br.

<sup>3</sup> Prof. Doutor, Setor de Agrometeorologia e Climatologia, DEG/UFLA.

<sup>4</sup> Pesquisadora Doutora, Setor de Cafeicultura, DAG/UFLA.

<sup>5</sup> Prof. Doutor, Setor de Engenharia de Água e Solo, DEG/UFLA.

<sup>6</sup> Prof. Doutor, Setor de Estatística, DEX/UFLA.

<sup>7</sup> Estudantes de Graduação em Engenharia Agrícola, UFLA.

Escrito para apresentação no  
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola  
31 de julho a 04 de agosto de 2006 - João Pessoa - PB

**RESUMO:** Com o objetivo de determinar a linha base não estressada da cultura do café sob condição de céu limpo para avaliação do índice de estresse hídrico (CWSI), foi conduzido um experimento em área junto ao Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, sendo avaliadas plantas adultas dispostas em espaçamentos 2,0 x 1,0 e 3,0 x 1,0 m sob regime de irrigação monitorado por tensiômetros instalados em campo, tendo como critério de irrigação quando a tensão de água no solo atingisse 20 kPa. Por meio de um termômetro a infravermelho portátil, fez-se leituras das temperaturas do dossel da cultura ( $T_c$ ) e do diferencial  $dT$  entre a temperatura do ar ( $T_a$ ) e da própria cultura em três horários diários, às 12:00, 13:00 e 14:00h, e coletou-se dados meteorológicos numa estação automática instalada na área para determinação do déficit de pressão de vapor d'água (DPV). A regressão linear simples de  $dT$  em função de DPV com os dados do espaçamento 2,0 x 1,0 m gerou a equação ajustada para a linha base não estressada com o intercepto igual a 3,9905 e o coeficiente angular igual a -1,2044, com ajuste da equação ( $r^2 = 0,7236$ ) indicando que houve boa correlação entre  $dT$  e DPV. Para o espaçamento 3,0 x 1,0 m a correlação entre  $dT$  e DPV não se mostrou satisfatória com  $r^2 = 0,0298$ .

**PALAVRAS CHAVE:** índice de estresse hídrico, temperatura do dossel, termômetro infravermelho.

**ABSTRACT:** With the objective to determine the line base not stressed for coffee crop under clean sky condition for evaluation the water stress index (CWSI), an experiment was carried out in area of the Agriculture Department at Federal University of Lavras, Minas Gerais State, Brazil. Adult plants were evaluated with spacing 2.0 x 1.0 and 3.0 x 1.0 m under irrigation regime monitored by sensors of water tension installed in field, tends as irrigation criterion when the water tension in the soil reached 20 kPa. Through a portable infrared thermometer, was made readings of crop temperatures ( $T_c$ ) and difference  $dT$  between air temperature ( $T_a$ ) and the own culture in three daily hours, at 12:00 o'clock, 13:00 and 14:00h, and meteorological data was collected in an automatic station installed in the area, for determination the deficit pressure vapor of water (DPV). The simple linear regression of  $dT$  in function of DPV with spacing 2.0 x 1.0 m generated the adjusted equation for the line base not stressed with intercept equal to 3.9905 and the angular coefficient equal to -1.2044, with adjustment of the equation ( $r^2 = 0.7236$ ) indicating that there was good correlation between  $dT$  and DPV. For the spacing 3.0 x 1.0 m the correlation between  $dT$  and DPV don't showed satisfactory with  $r^2 = 0,0298$ .

**KEYWORDS:** water stress index, crop temperature, infrared thermometer.

**INTRODUÇÃO:** A termometria a infravermelho para a determinação do índice de estresse hídrico tem auxiliado na decisão do momento de irrigar para diversas culturas por se caracterizar como um método rápido, de fácil utilização e não destrutivo. A temperatura da superfície da folha reflete seu balanço de energia. Em condições ótimas de umidade no solo, a planta ao transpirar, libera a energia na forma de calor latente, e em consequência a temperatura do dossel da cultura é inferior à do ambiente. Por outro lado, em condições de deficiência de umidade no solo, os estômatos se fecham, parcial ou integralmente, reduzindo a transpiração tornando a temperatura das plantas superior àquela do ambiente. JACKSON et al. (1981), desenvolveram uma equação a partir do balanço de energia para calcular o índice de estresse hídrico da cultura (CWSI). Limites teóricos foram determinados para a diferença entre a temperatura do dossel (Tc) e a do ar (Ta), relacionados com o déficit de pressão de vapor d'água (DPV). O intervalo de variação foi definido entre zero para planta em condições ótimas de umidade no solo, transpirando potencialmente, e 1 para planta estressada, teoricamente tendo cessado a transpiração. Experimentos envolvendo determinações de (Tc - Ta) e DPV foram conduzidos para diferentes culturas (IDSO et al., 1981), onde ficou demonstrado que por grande parte do período do dia, a relação (Tc - Ta) x DPV apresenta relações lineares para plantas transpirando à taxa potencial, a despeito de outras variáveis ambientais, exceto quando sob presença de nuvens. Os dados foram utilizados para determinar o que os autores denominaram como “linhas bases” de estresse e sem estresse hídrico. Este fato foi utilizado para desenvolver, empiricamente, o CWSI. Portanto, o objetivo desse trabalho foi determinar a linha base não estressada sob condição de céu limpo para a cultura do café, para posterior avaliação do índice de estresse hídrico da cultura (CWSI).

**MATERIAL E MÉTODOS:** O trabalho foi conduzido em experimento instalado em área de pesquisa junto ao Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras - UFLA, em Lavras – MG. Geograficamente, Lavras está situada a latitude sul de 21°14', longitude oeste de 45°00' e altitude de 918,841 m. A região apresenta clima tipo Cwa, de acordo com a classificação climática de Köppen, com temperatura média anual de 19,4°C, precipitação total anual de 1529,7 mm e umidade relativa média anual de 76,2%, BRASIL(1992). O cafeeiro, já em fase adulta, consta com plantas da variedade `Rubi` MG-1192. Os tratos culturais seguem, criteriosamente, aqueles recomendados para a cultura. Para efeito do presente trabalho, as leituras das temperaturas foram feitas em plantas cultivadas em parcelas experimentais com espaçamentos de 2,0 x 1,0 e 3,0 x 1,0 m. Estas parcelas em 4 repetições cada, cuja irrigação é de alta frequência, foram monitoradas por tensiômetros tendo por critério de irrigação quando a tensão de água no solo atingisse 20 kPa. Neste tratamento, o cafeeiro é constantemente bem suprido de suas necessidades hídricas, mantendo o solo com sua umidade, quase o tempo todo, na capacidade de campo, atendendo assim, a exigência metodológica para a obtenção da linha base. Em cada repetição, ao centro da parcela, foi identificada uma planta para a coleta das temperaturas. As leituras dessas temperaturas foram realizadas com termômetro a infravermelho portátil Modelo AG-42D da Telatemp Corporation. Para cada planta, as temperaturas foram tomadas pelo direcionamento perpendicular do termômetro à linha de plantio, sendo estas leituras dos dois lados da planta. As coletas destes dados foram realizadas em leituras diárias às 12:00, 13:00 e 14:00h. Para tornar os dados coletados mais representativos, os dias para a coleta desses dados foram aqueles sem a ocorrência de chuvas e preferencialmente com baixas umidades relativas do ar conforme propõe a metodologia, e efetuou-se a seleção desses dados coletados, aplicando-se o critério de estabelecer a relação entre a insolação do dia e a duração astronômica desse mesmo dia, tornando válidos os dados coletados em dias no qual essa relação foi maior ou igual a 0,90. De uma estação automática localizada na área experimental (µMetos®) foram extraídos dados meteorológicos simultaneamente às leituras de temperatura da cobertura vegetal, para se obter o DPV.

#### **Desenvolvimento teórico do método para condições de céu limpo**

O índice de estresse hídrico da cultura é expresso por:

$$CWSI = \frac{dT - dTl}{dT_u - dTl} \quad (01)$$

em que,  $dT$  é a diferença de temperatura entre o dossel da cultura e o ar;  $dTl$  é a temperatura limite inferior do dossel menos a temperatura do ar;  $dTu$  é a temperatura limite superior do dossel menos a temperatura do ar. Para determinar o limite inferior ( $dTl$ ) referido na equação do CWSI, conforme IDSO et al. (1981), a  $dTl$ , ou seja ( $Tc - Ta$ ), foi correlacionada com o DPV. O DPV é definido como sendo a diferença entre a pressão máxima de vapor d'água ou pressão de saturação ( $es$ ) e a pressão parcial de vapor d'água ( $ea$ ) para dada temperatura do ar, sendo a  $es$  em kPa obtida pela equação de Tetens a partir da temperatura do ar, °C. A temperatura do ar ( $Ta$ ) foi obtida subtraindo  $dT$  de  $Tc$ . A pressão parcial de vapor d'água ( $ea$ ), também em kPa foi calculada a partir da umidade relativa obtida na estação automática. Obtidos os dados de DPV, com as leituras simultâneas do diferencial de temperatura entre o dossel da cultura e o ar ( $dT$ ), que no caso da cultura sem estresse hídrico é a própria  $dTl$ , efetuou-se a regressão linear simples desta em função de DPV. Determinado os parâmetros "a" e "b" da regressão, determinou-se  $dTu$  para a equação 01 para posterior avaliação do CWSI.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A Figura 1 apresenta a dispersão dos dados da correlação  $dT$  (diferença de temperatura entre o dossel da cultura e o ar) com DPV (déficit de pressão de vapor d'água do ar) e a respectiva reta ajustada a estes pontos. Os parâmetros gerados "a" (intercepto à ordenada pela reta ajustada) e "b" (coeficiente angular da reta ajustada) da equação foram 3,9905 e -1,2044, respectivamente. Observa-se um bom ajuste da equação ( $r^2 = 0,7236$ ), o qual indica que houve boa correlação entre os valores de  $dT$  e DPV. O CWSI médio gerado pelos pontos em questão foi da ordem de -0,00006 sendo aproximado a zero, o que condiz com a metodologia, fixando o parâmetro para mínimo estresse hídrico. Com isso espera-se, ao se avaliar plantas estressadas hidricamente, que o parâmetro CWSI obedeça à condição de ser maior que zero. Definida a linha base não estressada ( $dTl$ ), esta subsidiará as avaliações do estresse hídrico da cultura do café pelo índice CWSI. Resultados semelhantes foram encontrados por KOBAYASHI (2001), cujos parâmetros "a" e "b" da linha base não estressada para a cultura do feijão foram respectivamente 3,3063 e -2,8895 e  $r^2 = 0,8422$ .

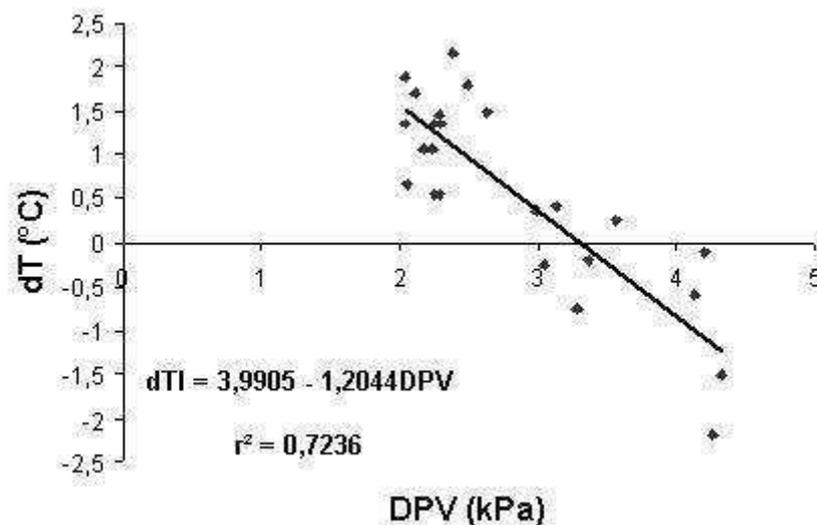


Figura 1. Linha base não estressada ( $dTl$ ) para a cultura do café com espaçamento de 2,0 x 1,0 m relacionando as diferenças entre as temperaturas do dossel da cultura e do ar ( $dT$ ) com o déficit de pressão de vapor d'água do ar (DPV).

A Figura 2 apresenta a dispersão dos dados da correlação  $dT$  x DPV e a respectiva reta ajustada identificando os resultados obtidos para o espaçamento 3,0 x 1,0 m. Verifica-se que neste caso a regressão linear simples não apresentou resultado satisfatório sendo o coeficiente de determinação bastante baixo ( $r^2 = 0,0298$ ). Infere-se que neste caso, a maior exposição do solo pode ter influenciado na quantidade de energia que alcança o sensor interferindo na temperatura devido à

diferença de emissividade entre a cobertura vegetal e o solo, podendo ser fonte de erro conforme mencionam HATFIELD et al. (1983).

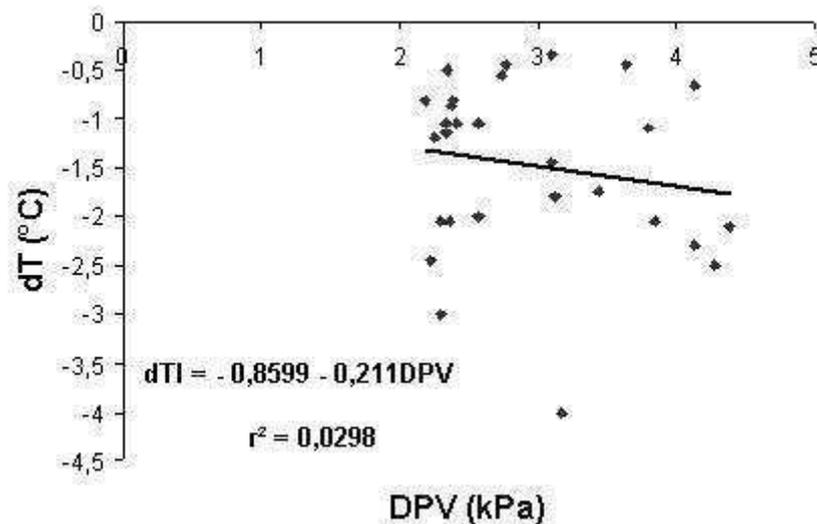


Figura 1. Linha base não estressada ( $dTI$ ) para a cultura do café com espaçamento de 3,0 x 1,0 m relacionando as diferenças entre as temperaturas do dossel da cultura e do ar ( $dT$ ) com o déficit de pressão de vapor d'água do ar (DPV).

**CONCLUSÃO:** A linha base não estressada para a cultura do café indicou boa correlação entre ( $T_c - T_a$ ) e DPV para maior densidade de plantio, subsidiando satisfatoriamente a avaliação das condições hídricas do café pelo índice de estresse hídrico da cultura (CWSI). Em densidade menor (espaçamento 3,0 x 1,0 m) a linha base não se ajustou satisfatoriamente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E REFORMA AGRÁRIA. Normais Climatológicas 1961-1990. Brasília, 1992. 84p.

IDSO, S. B.; JACKSON, R.D.; PINTER Jr., P.J.; REGINATO, R.J.; HATFIELD, J.L. Normalizing the stress-degree-day parameter for environmental variability. Agricultural Meteorology, v.24, n.1, p.45-55, 1981c.

JACKSON, R. D.; IDSO S.B.; REGINATO, R.J.; PINTER Jr., P.J. Canopy temperature as a crop water stress indicator. Water Resources Research, Washington, v.17, n.4, p.1133- 8, 1981.

KOBAYASHI, M. K. Parametrização da resistência do dossel da cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) utilizando a razão de Bowen associada à termometria a infravermelho. Viçosa, UVE, 2001. 66p. (Tese – Doutorado em Engenharia Agrícola)

U.S. WATER CONSERVATION LABORATORY. Thermal crop water stress indices. Phoenix, Arizona. <http://www.uswcl.ars.ag.gov/epd/remsen/irweb/thindex.htm>, {acesso em maio/2005}.

HATFIELD, J. L. The utilization of thermal infrared radiation measurement from grain sorghum crops as a method of assessing their irrigation requirements. Irrigation Science, v.3, n.4, p.259-68, 1983