



INDICATIVO DE ESTRESSE NA CULTURA DE SOJA CAUSADO POR FATOR AMBIENTAL

José, P. R. Costa¹, Jonathas, B. Silva², Cleber A. Santos³, Gabrielly, S. Costa³, Raissa, S. Costa³, Luis, R. A. Santos.³

1 Meteorologista, Prof. Doutor em Meteorologia Agrícola, FAMET-IG/UFPA, Belém – PA : jpaulo@ufpa.br

2 Graduado em Meteorologia Belém – PA

3 Discentes de Graduação em Meteorologia. FAMET-UFPA. Belém-PA

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de
Agrometeorologia – 02 a 06 de Setembro de 2013 – Centro de Convenções e Eventos
Benedito Silva Nunes, Universidade Federal do Para, Belém, PA.

RESUMO: Em condições de campo, as plantas freqüentemente estão expostas a condições estressantes relacionadas com elementos ambientais como, luz, temperatura e umidade e, também, por fatores do solo que influenciam diretamente nos processos básicos de crescimento da planta, ligados à fotossíntese e a respiração. Por esses aspectos, a condição de estresse causada pela diferença de temperatura entre o dossel e do ar sobre a cultura de soja, foi analisada nesse estudo. Os dados foram coletados em experimento de campo desenvolvido no período de fevereiro a junho de 2007 no Município de Paragominas (02^o 38' S; 046^o 27' W), mesorregião do nordeste do Estado do Pará. Os resultados mostraram que não existiu condição de estresse quando valores médios diários entre temperatura do dossel e do ar foram analisados. Entretanto, na base horária em dias típicos (seco e chuvoso) para as fases inicial, intermediária e final (senescência) da estação de cultivo, foi observado que as plantas atingiram elevado nível de estresse, principalmente no dia seco na fase de cultivo inicial. Na fase intermediária não foi constatado condição de estresse e na fase final ou de senescência, tanto para o dia seco quanto para o chuvoso, o nível da condição de estresse foi baixo.
PALAVRAS - CHAVES: Soja, Estresse ambiental, Fronteira agrícola.

CONDITION OF STRESS ON THE SOYBEAN CROP CAUSED BY ENVIRONMENTAL FACTOR

SUMMARY: Under field conditions, the plants are often exposed to stress conditions related to environmental elements such as light, temperature and humidity, and also by soil factors that influence directly in the basic processes of plant growth, linked to photosynthesis and respiration. In these aspects, the stress condition caused by the differences between air temperature and the canopy of the soybean have analyzed in this study. The dates were collected in a field experiment carryout during the period from February to June 2007 in the municipality of Paragominas (020 38 'S, 0460 27' W), northeastern region of the Para State. The results have showed that there was no stress condition when the daily average values between canopy temperature and air temperature were analyzed. However, on an hourly basis





on typical days (dry and wet) for initial, intermediate and final (senescence) of the growing seasons have observed that the plants had high levels of stress, mainly in a dry day on the initial cultivation phase. In the intermediate phase haven't observed stress condition and in the final stage or senescence, in both days (dry day and rainy day), the level of stress condition have been low.

KEYWORDS: Soya, Environmental stress, agricultural frontier.

INTRODUÇÃO

A pesquisa agrícola tem papel fundamental na geração de conhecimentos que envolvem a complexa relação da vegetação com os fatores do clima em um dado instante ou durante certo período de tempo. Em geral, os fatores do clima e do solo condicionam a sobrevivência da planta e governam os processos físicos, bioquímicos e fisiológicos que ocorrem no sistema solo-planta-atmosfera. Os fatores do clima e o do solo são os que mais contribuem nas respostas da planta diante das condições reinantes do tempo e do clima onde a planta se acha inserida. A temperatura do dossel esta diretamente relacionada com o potencial hídrico da planta, sua transpiração e, conseqüentemente, com o conteúdo de água no solo (IDSO et al., 1986). Quando uma folha está transpirando livremente, apresenta-se mais fria do que o ar em volta. Porém, quando a água se torna limitante, a energia na folha é acumulada e somente a emissão de radiação térmica pode dissipá-la. Dessa forma, a temperatura da folha se aproximará da temperatura do ar e, muitas vezes, superará esta, sob severas condições de estresse hídrico (KEENER; KIRCHER, 1983). Por esse motivo, a diferença de temperatura entre o dossel e da camada de ar sobre a vegetação pode ser usada como indicativo da condição de estresse hídrico. Em face da necessidade de ampliação do entendimento das respostas das plantas às condições agronômicas de campo, o presente estudo tem como objetivo, analisar a condição de estresse na soja através da diferença de temperatura entre o dossel e da camada de ar medida sobre a cultura de soja.

MATERIAL E METODOS

O estudo foi realizado em uma área de produção comercial de soja com aproximadamente 200 hectares, situado no Município de Paragominas (02^o 38' S; 046^o 27' W, 140 m), região nordeste do Estado do Pará, clima predominante Aw, segundo a classificação de Köppen, ou seja, clima tropical chuvoso com estação seca bem definida. Os dados foram coletados em experimento de campo desenvolvido de fevereiro a junho de 2007, em uma cultura de soja (*Glycine Max* (L.) Merrill, BRS), cultivar Tracajá. O indicador da condição de estresse da cultura foi analisado através da diferença de temperatura entre o dossel e o ar, com base no saldo de energia à superfície (Rn). Assumindo a igualdade nos fluxos de calor para o interior e saindo do solo, o balanço de energia à superfície pode ser descrito através da equação 1:

$$R_n = LE + H \quad (1)$$

em que, LE é fluxo de calor latente (W/m²) e H é o fluxo de calor no sensível (W/m²). O fluxos de calor latente é expresso através da equação 2:





$$LE = \frac{\rho C_p [e^*(z) - e(z)]}{\gamma(ra + rc)} \quad (2)$$

em que, ρ é a densidade do ar (Kg/m^3), C_p é a capacidade calorífica do ar ($\text{KJ}/\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}$), $e^*(z)$ é a pressão de saturação de vapor à temperatura do dossel (KPa), $e(z)$ é a pressão real de vapor do ar (KPa) no nível (z) acima da cultura, γ é o coeficiente psicrométrico ($\text{KPa}/^\circ\text{C}$), ra é resistência aerodinâmica do ar ao transporte de vapor (s/m) e rc é a resistência estomática do dossel ao transporte de vapor (s/m).

O fluxo de calor sensível é descrito segundo a Equação 3:

$$H = \frac{\rho C_p [T_c - T_a]}{ra} \quad (3)$$

em que, T_c é a temperatura da superfície do dossel ($^\circ\text{C}$), T_a é a temperatura do ar ($^\circ\text{C}$)

A diferença temperatura dossel-ar ($T_c - T_a$) ($^\circ\text{C}$) foi analisada através da Equação 4, obtida a partir das Eqs. (1, 2 e 3), acima descritas, isto é:

$$T_c - T_a = \frac{ra Rn}{\rho C_p} \frac{\gamma \left(1 + \frac{rc}{ra}\right)}{\Delta + \gamma \left(1 + \frac{rc}{ra}\right)} - \frac{[e^*(z) - e(z)]}{\Delta + \gamma \left(1 + \frac{rc}{ra}\right)} \quad (4)$$

em que, Δ é a tangente à curva de saturação do vapor d' água ($\text{KPa}/^\circ\text{C}$),

O intervalo de temperatura que permitiu avaliar a ocorrência do estresse e a ordem de grandeza do estresse se baixo, moderado ou intenso, foi a partir dos limites inferior e superior. O limite superior para a condição de estresse da cultura foi avaliado com a (Equação.5):

$$T_c - T_a = \frac{ra Rn}{\rho C_p} \quad (5)$$

E o limite inferior da condição de estresse da cultura foi estimado através da (Equação. 6):

$$T_c - T_a = \frac{ra}{\rho C_p} Rn \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} - \frac{[e^*(z) - e(z)]}{\Delta + \gamma} \quad (6)$$

A resistência aerodinâmica do ar foi determinada através da Equação 7 (PEREIRA et al.,1997):

$$ra = \frac{250}{1 + 0,25U^2} \quad (7)$$

Em que U_2 é a velocidade do vento medida a 2 metros acima da cultura



RESULTADOS E DISCUSSÕES

O indicativo para existência de condição de estresse foi analisada a partir das estimativas do limite inferior estimado através da Equação 5 e do limite superior por meio da Equação 6, os valores encontrados foram respectivamente de 3,9 °C e 18,9 °C. Esse intervalo de temperatura, portanto, permitiu não só constatar ocorrência de estresse, mas também classificá-lo

A Figura 1 mostra a variação média diária da diferença de temperatura dossel-ar ($T_c - T_a$). Pode ser percebido que os maiores valores ocorreram no início do período de cultivo, período em que as plantas apresentavam pequeno desenvolvimento vegetativo e a fração de solo exposto se mostrou mais evidente. Esta condição retrata mais a diferença entre a temperatura da superfície do solo e a do ar, do que propriamente a diferença de temperatura dossel-ar. Por outro lado, as menores diferenças de temperatura dossel-ar ocorreram no período de 58-98 DAS (Dias Após a Semeadura), período que compreendeu a fase de máxima cobertura foliar. Os valores positivos diferença de temperatura dossel-ar, indicam que o dossel está mais quente do que a camada de ar acima dele e as diferenças negativas indicam o inverso, isto é, que é o ar sobre o dossel que está mais quente. Os valores positivos, por outro lado, estão relacionados com as propriedades de absorção e reflexão das folhas e por isso tornam-se mais quente do que o ar. Finalmente, pode ser percebido que a diferença de temperatura dossel-ar, durante todo o período não ultrapassou a 4,0 °C. Com isso, fica constatado por essa análise, que não existiu condição de estresse na cultura ao longo do ciclo de cultivo.

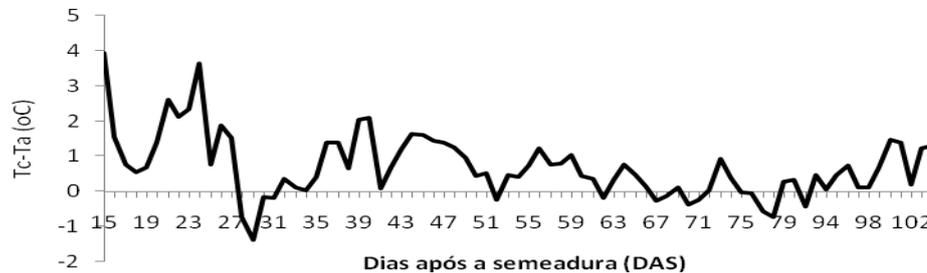


Figura 1- Variação diária do estresse na cultura analisado através da diferença de temperatura dossel-ar ($T_c - T_a$).

Na escala de tempo horário, a ocorrência de estresse foi analisada em dias típicos (seco e chuvoso) nas fases de cultivo, inicial, intermediária e final (senescência). Na fase de cultivo inicial (Figura 2) foi mostrada a variação horária de ($T_c - T_a$) para o dia seco, 25 DAS (Figura 2a) e para o dia chuvoso, 18 DAS (Figura 2b). Os valores se mostraram elevados em decorrência do pequeno desenvolvimento das plantas, fase que mostrou maior exposição superfície de solo nu. No período diurno, nos dias seco e chuvoso, os valores positivos significam que o dossel é mais quente do que a camada de ar acima dele e os valores negativos no período noturno mostraram que o dossel encontra-se mais frio. Em termos de valores absolutos, pode ser observado que a diferença ($T_c - T_a$) no dia seco alcançou valor de 15 °C no período diurno e aproximadamente -10 °C, nas primeiras horas da madrugada. Já no dia chuvoso, o valor máximo alcançou 10 °C no período diurno e -5 °C na parte noturna do

período diário. Pelos valores acima apresentados e dos limites inferior e superior acima estabelecido, fica constatado que na base horária, o estresse na cultura alcançou valores elevados, principalmente no dia seco.

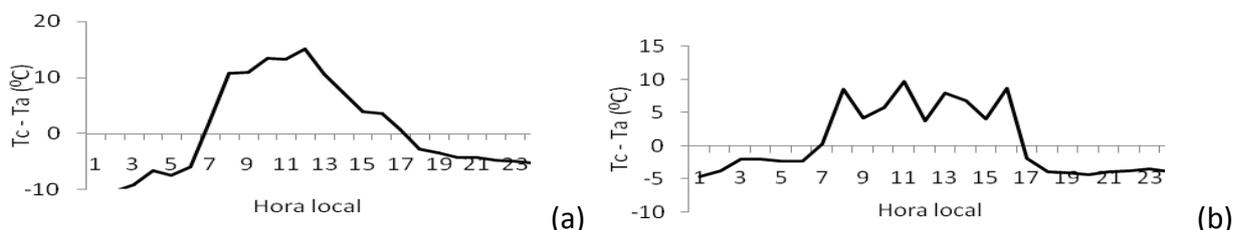


Figura 2 – Variação horária de $(T_c - T_a)$ na fase de cultivo inicial, para o dia seco, 18 DAS (Fig. 2a) e dia chuvoso, 25 DAS (Fig. 2b).

Na fase de cultivo intermediária (Figura 3) foi mostrada a variação horária de $(T_c - T_a)$ para o dia seco, 76 DAS (Fig. 3a) e para o dia chuvoso, 79 DAS (Figura 3b). Em virtude do maior desenvolvimento vegetativo da cultura e pouca ou nenhuma exposição de superfície do solo ocorre nessa fase. Pode ser observado tanto na Figura 3a, quanto na figura 3b, que os valores de $(T_c - T_a)$ se mostraram bem menores do que aqueles observados na fase inicial de cultivo. O valor máximo da diferença $(T_c - T_a)$ no período diurno não ultrapassou os 5°C , situação semelhante, pode ser observada que ocorreu também no período noturno. Acredita-se que com o fechamento do dossel, juntamente com a fase reprodutiva da cultura, fará com que as plantas transpirem na sua taxa máxima. Estando as plantas na condição de transpiração máxima, faz que com que não haja elevação na temperatura do dossel. Segundo os limites estimados para existência do estresse nas plantas, pode ser percebido que as plantas não experimentam condições de estresses.

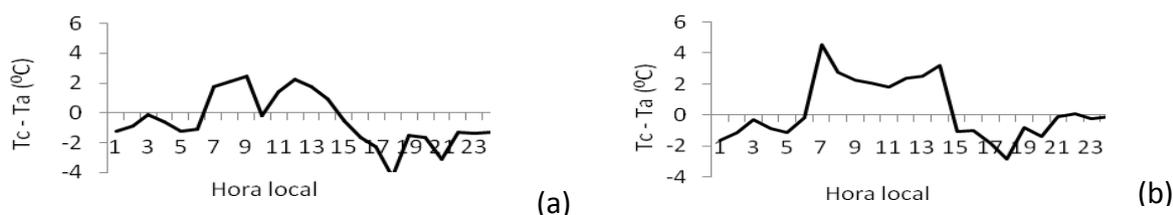


Figura 3 – Variação diária de $(T_c - T_a)$ no dia seco, 76 DAS (Fig. 3a) e dia chuvoso, 79 DAS (Fig. 7b) na fase de cultivo intermediária.

A variação horária de $(T_c - T_a)$, na fase de cultivo final (Figura 4) para o dia seco, 98 DAS (Figura 4a) e dia chuvoso, 103 DAS (Figura 4b). A importante característica dessa fase é o amadurecimento das folhas e frutos e a conseqüente queda das folhas (senescência) e surgimento de maior área exposta do solo. O padrão de variação de $(T_c - T_a)$ tanto no dia seco quanto no dia chuvoso se mostraram semelhante, tal como ocorreu na fase intermediária. O aumento dos valores em relação a fase anterior decorreu certamente da diminuição da cobertura foliar causada pela senescência. Nessa fase de senescência, pode ser verificado que o nível do estresse na cultura foi muito baixo.

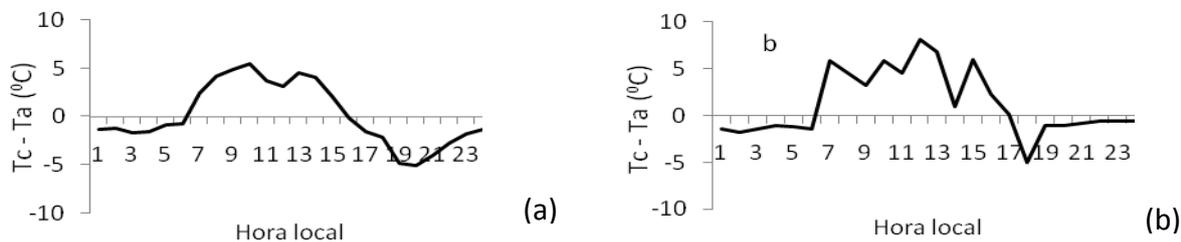


Figura 8 – Variação diária de $(T_c - T_a)$ na de cultivo final (senescência) no dia seco, 98 DAS (Fig. 4a) e dia chuvoso, 103 DAS (Fig. 4b).

CONCLUSÃO

Na escala valores médios diários da diferença de temperatura entre o dossel e a camada de ar acima, constatou-se que não ocorreu condições de estresse no cultivo. Entretanto, quando se analisou na escala horária em dias típicos (seco e chuvoso) nas fases da estação de cultivo, inicial, intermediária e final (senescência) foi verificado que as plantas atingiram um alto nível de estresse, principalmente na fase de cultivo inicial em dia seco. Na fase intermediária não existiu condição de estresse e na fase senescência, a condição de estresse foi baixa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IDSO, S.B., CLAWSON, K.L., ANDERSON, M.G. Foliage temperature: effects of environmental factors with implications for plant water stress assessment and the CO₂/climate connection. *Water Res. Res.*, washingtoniv.22, n.12, p. 1702-16, 1986.

KEENER, M. R., KIRCHER, P.L. The use of canopy temperature as an indicator of drought stress in humid regions. *Agric. Meteorol.*, v.28, p.339-49, 1983.

PEREIRA, L.S.; ALLEN, R.G. *Novas aproximações aos coeficientes culturais*. *Revista de Engenharia Agrícola de Jaboticabal*, Jaboticabal, v. 16, n. 4, p. 118-143, 1997.