

Exigência térmica e índice de área foliar para a cultura da soja em Planaltina-DF¹

ALEXSANDRA D. DE OLIVEIRA², MARIA L. MEIRELLES²,
SYLVIA E. M. DE FARIAS³, AUGUSTO C. FRANCO⁴

¹ Trabalho parcialmente financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq

² Pesquisador A, EMBRAPA Cerrados, Planaltina, DF, (61)3388-9820, alexandra.duarte@cpac.embrapa.br; lucia@cpac.embrapa.br

³ Meteorologista. Universidade Federal de Goiás. Instituto de Estudos Sócio-ambientais. Goiânia, GO, sylfarias@yahoo.com.br

⁴ Professor . Departamento de Botânica. Universidade de Brasília. acfranco@unb.br

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011 – SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari-ES.

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi determinar a soma térmica necessária para atingir cada um dos subperíodos de desenvolvimento da soja em região do Cerrado e estudar a relação do índice de área foliar em função dos graus-dias, em Planaltina-DF. O experimento foi conduzido no Núcleo Rural PAD-DF, no período de novembro de 2001 a fevereiro de 2002. Os elementos meteorológicos foram medidos por uma Estação Agrometeorológica Automática. O plantio foi realizado em 01/11/2001 durante a estação chuvosa e as medições tomadas durante todo o ciclo da cultura. O índice de área foliar (IAF) foi obtido a partir da obtenção da área foliar verde em planímetro de mesa. Os graus-dias acumulados (GDA) do plantio até a colheita da soja, foram determinados utilizando a planilha eletrônica do Excel, a partir do estudo de caso entre temperaturas máximas, mínimas, base inferior e superior da cultura, que foi considerada como 10 e 35°C e utilizadas de acordo com equações propostas por Villa Nova et al. (1972). As temperaturas do ar, mínimas, máximas e médias, variaram de 15,3 a 19,5°C, 22,1 a 32,1°C e 18,5 a 24,4°C, respectivamente. A soja, de ciclo tardio, necessita de aproximadamente 1065 GDA para completar o seu ciclo e o índice de área foliar apresentou alta correlação com os graus-dias, podendo ser estimado em função dos GDA.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max.*, temperature do ar, graus-dias.

Thermal demand and leaf area index for the soybean crop in Planaltina-DF

ABSTRACT: The aim of this study was to determine the thermal time needed to reach each of the stages of development of soybean and study the relation of leaf area index in terms of degree days in Planaltina-DF. The experiment was conducted in the rural center PAD-DF, from November 2001 to February 2002. The meteorological elements were measured by an automatic weather station. The planting was on 11/01/2001 during the rainy season and the measurements taken throughout the cycle. The leaf area index (LAI) was obtained from the acquisition of green leaf area planimeter table. The accumulated degree days (GDA) accumulation from planting to harvest of soybeans, were determined using the Excel spreadsheet from the case study between maximum temperature, minimum, upper and lower base of culture, which was considered as 10 and 35 ° C and used in accordance with equations proposed by Villa Nova et al. (1972). Air temperatures, minimum, maximum and average ranged from 15,3 to 19,5°C, 22,1 to 32,1°, 18,5 to 24,4°C, respectively. Soybeans, late maturity, requires approximately 1065 GDA to complete its cycle and the leaf area index was highly correlated with the degree-days and can be estimated based on the GDA.

KEYWORDS: *Glycine max.*, temperature air, degree days.

1. INTRODUÇÃO: A temperatura é um elemento meteorológico diretamente relacionado à adaptação, desenvolvimento e a produção eficiente da cultura. Para todas as plantas, observa-se uma tolerância em relação às temperaturas cardeais (Bonhomme, 2000). Apesar das limitações do fator térmico, muitos trabalhos justificam que a temperatura é a variável que melhor explica estatisticamente a duração fenológica das plantas (Yang et al., 1995). Os valores ideais de temperatura do ar para o crescimento e desenvolvimento da soja são em torno de 30°C, mostrando efeitos adversos quando submetida a temperaturas acima de 40°C (Farias et al., 2007). O crescimento vegetativo da soja é pequeno ou nulo a temperaturas menores ou iguais a 10°C, coincidindo com trabalhos que apresentam esse valor como temperatura base para soja no Brasil (Farias et al. 2007). Um dos métodos utilizados para relacionar a temperatura do ar e o desenvolvimento vegetal é o de graus-dia acumulados (GDA) que baseia-se na premissa de que uma planta necessita de certa quantidade de energia, representada pelos GDA, para atingir determinada fase fenológica ou seu ciclo total (Brunini et al. 1976). A relação funcional entre o crescimento e o desenvolvimento relativo, em termos de graus-dia, fenologia e variação temporal do índice de área foliar, tem sido comumente utilizada para essa finalidade (Dourado Neto, 1999). Com base no exposto, este trabalho teve como objetivo determinar a soma térmica necessária para atingir cada um dos subperíodos de desenvolvimento da soja em área do Cerrado e estudar a relação do índice de área foliar em função dos graus-dias, em Planaltina-DF.

2. MATERIAL E MÉTODOS: A área de estudo correspondia a uma plantação de soja, de ciclo tardio (*Glycine max* cv Celeste) não irrigada, de aproximadamente 500 ha localizada no Núcleo Rural PAD-DF, a 16°01'31''S, 47°47'01''W e 1071m de altitude. De acordo com Silva et al.(2008) o clima da região é do tipo Aw na classificação de Köppen. O plantio foi realizado em 01/11/2001 durante a estação chuvosa e as medições tomadas durante todo o ciclo da cultura. Realizou-se a medição da altura e posterior corte raso de 10 pés escolhidos aleatoriamente durante o período de estudo. O índice de área foliar (IAF) foi obtido a partir da obtenção da área foliar verde em planímetro de mesa. Foi instalado na área experimental um mastro (modelo CM6 – marca Campbell), com uma Estação Agrometeorológica Automática que possuía sensores de velocidade (014A – Met One) e direção do vento (024A – Met One); saldo de radiação (Q7–REBS); radiação global (CM3–Kipp & Zonen); temperatura e umidade do ar (HMP45C–Vaisala); calor do solo (HFT3–REBS); temperatura (TCAV–Campbell) e umidade do solo (CS615-Campbell). Estes sensores estavam acoplados a um sistema de aquisição de dados (Micrologger 23X-Campbell) sendo os dados coletados a cada minuto e armazenadas as médias de 30 minutos. Os graus-dias acumulados (GDA) do plantio até a colheita da soja, foram determinados utilizando a planilha eletrônica do Excel, a partir do estudo de caso entre temperaturas máximas, mínimas, base inferior e superior da cultura, que foi considerada como 10 e 35°C (FARIAS et al., 2007), e utilizadas de acordo com equações propostas por Villa Nova et al. (1972).

CASO I – dias em que $t_N > t_I$ e $t_X < t_S$

$$GD = \frac{(t_N - t_I) + (t_X - t_N)}{2}$$

CASO II – dias em que $t_N \leq t_I$ e $t_X < t_S$

$$GD = \frac{(tX - tI)^2}{2(tX - tN)}$$

CASO III – dias em que $tN > tI$ e $tX > tS$

$$GD = \frac{(tX - tI) + (tX - tN)}{2} - \frac{(tX - tS)^2}{2(tX - tN)}$$

CASO IV – dias em que $tN \leq tI$ e $tX > tS$

$$GD = \frac{(tX - tI)^2}{2(tX - tN)} - \frac{(tX - tS)^2}{2(tX - tN)}$$

em que:

GD → grau-dia acumulado desde o plantio até a colheita, em °C dia;

tN → temperatura mínima do dia; tX → temperatura máxima do dia.

tI → temperatura basal inferior da cultura, em °C e

tS → temperatura basal superior da cultura, em °C.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO: As temperaturas do ar, mínimas (Tmin), máximas (Tmax) e médias (Tmed), variaram de 15,3°C a 19,5°C, 22,1°C a 32,1°C e 18,5°C a 24,4°C, respectivamente (Figura 1). Durante o início do florescimento da cultura, aos 68 dias após o plantio (DAP), a temperatura começou a aumentar e atingiu o valor máximo de 32,1°C aos 116 DAP, período após o enchimento de grãos e com leve maturação. Esses valores mostram que a temperatura máxima, durante a maior parte do ciclo não propiciou condições adversas ao seu crescimento e desenvolvimento, cujo valor ótimo de temperatura, Segundo Farias et al. (2007) está em torno de 30°C, e que somente aos 40°C que são mostrados efeitos adversos.

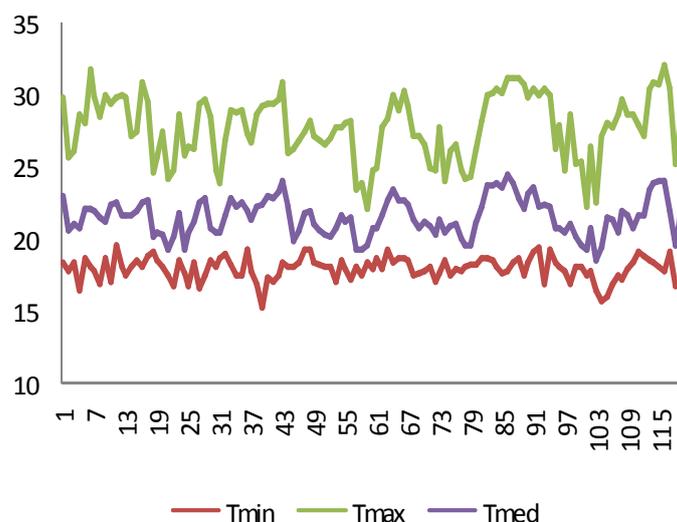


Figura 1. Variação diária das temperaturas mínima (Tmin), máxima (Tmax) e média (Tmed) em °C, durante o ciclo da soja, em Planaltina-DF.

A disponibilidade térmica no período estudado foi superior a 2500 °C. A Tabela 1 apresenta os valores de graus-dias acumulados para cada subperíodo, sendo requerido do plantio à floração cerca de 600 graus-dias, num período de 68 dias e do plantio até a colheita exigência térmica de 1065 GDA para um ciclo de 120 dias. Segundo Souza et al. (2007) trabalhando com soja, na região Amazônica foram necessários cerca de 455 até o florescimento e para a colheita, a soja apresentou exigência térmica entre 1185 e 1227 graus-dias, pouco superior a encontrada neste trabalho. Toledo et al. (2010) obtiveram valores mais elevados para soja, com exigências variando entre 811 e 1200 GDA desde a semeadura até a maturação fisiológica.

Tabela 1. Graus-dias acumulados e número de dias correspondente para cada subperíodo da soja, cultivar Celeste, em Planaltina-DF.

Subperíodos	GDA	DAP
Plantio-Floração	600	68
Floração-Frutificação	215	24
Frutificação-Colheita	250,2	28
Total	1065,2	120

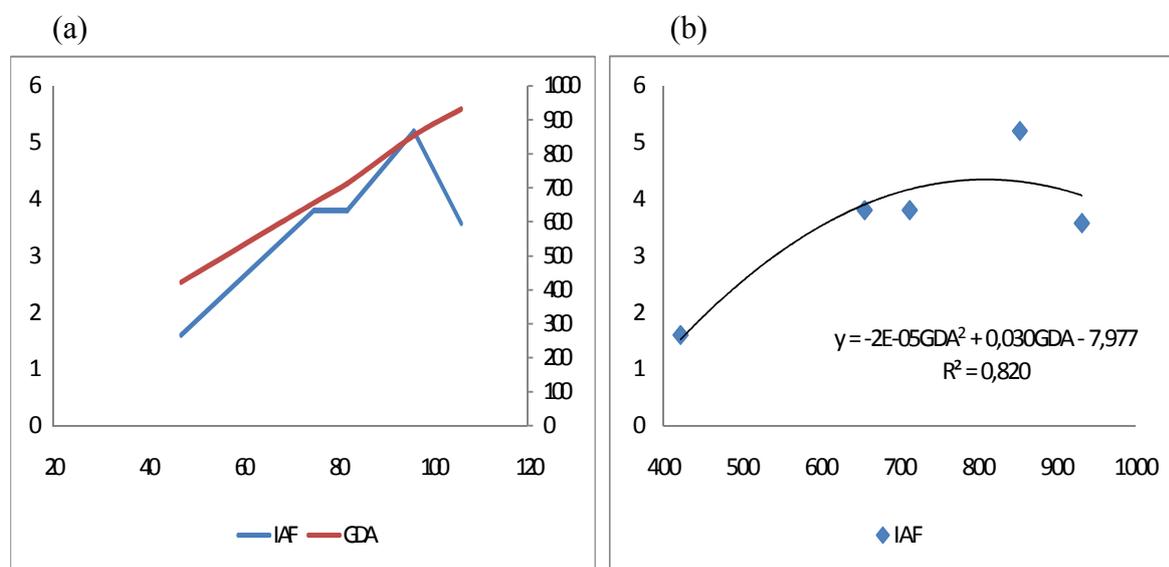


Figura 2. Índice de área foliar e graus-dias em função do número de dias após o plantio da soja (a) e modelo ajustado para descrever o IAF da cultura da soja em função de graus-dias acumulados, para a cultura da soja (b).

A Figura 2a relaciona dias após o plantio com graus dias acumulados (GDA) e IAF da cultura da soja. No IAF, observou-se um decréscimo no crescimento da planta após atingir 5,2 (valor máximo) aos 96 dias após o plantio, devido ao início da senescência da cultura, resultado semelhante ao encontrado por Toledo et al. (2010) que foi superior a 5,0. Na Figura 2b o comportamento da curva de IAF estimada em função dos graus dia acumulados em cada

período de desenvolvimento estimado pela soma térmica, está de acordo com as variações observadas de IAF, as variáveis estudadas apresentam elevada correlação e sugerem a utilização de um modelo que segundo Rodrigues et al. (2001) são bastante utilizados para entender a influência dos fatores do ambiente no seu desenvolvimento. É possível verificar que houve um crescimento no índice de área foliar até próximo aos 850 GDA com posterior decréscimo justificado pela senescência foliar.

4. CONCLUSÕES:

- Constatou-se que a localidade onde foi conduzido este estudo apresentou disponibilidade térmica adequada ao bom desenvolvimento da cultura da soja. A soja, cultivar Celeste, de ciclo tardio, necessita de aproximadamente 1065 GDA para completar o seu ciclo, sendo cerca de 60% deste valor requerido apenas para atingir à floração.
- O índice de área foliar apresentou alta correlação com os graus-dias, podendo ser estimado em função dos GDA.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- BONHOMME, R. Bases and limits to using 'degree day' units. **European Journal of Agronomy**, v.13, n.1, p.1-10, 2000.
- BRUNINI, O. et al. Temperatura base para alface "White Boston", em um sistema de unidades térmicas. **Bragantia**, v.85, n.19, p.214-219, 1976.
- DOURADO NETO, D. Modelos fitotécnicos referentes à cultura de milho. Piracicaba, 1999. 227p. Tese (Livres Docência) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 9p. (Embrapa Soja, Circular Técnica, 48).
- TOLEDO, N. T.; MULLER, A. G.; BERTO, J. L.; MALMANN, C. E. S. Ajuste do modelo fototérmico de estimativa do desenvolvimento e do índice de área foliar de soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n. 3, Mar., 2010.
- RODRIGUES, O.; DIDONET, A. D.; LHAMBY, J. C. B.; BERTAGNOLLY, P. F.; LUZ, J. S. da. Resposta quantitativa do florescimento da soja à temperatura e ao fotoperíodo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.3, Mar., 2001.
- SOUZA, P. J. O. P.; ABREU, P. M. M.; ROCHA, E. J. P. da; RIBEIRO, A. Exigência térmica da soja nas condições climáticas da Amazônia. XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. **Anais...** Aracaju, SE. 2007, CD Rom.
- YANG, S.; LOGAN, J.; COFFEY, D. L. Mathematical formulae for calculating the base temperature for growing degree-days. **Agricultural and Forest Meteorology**. v.74, p.61-74, 1995.
- VILLA NOVA, N. A. A. et al. **Estimativa de graus dia acumulados acima de qualquer temperatura base, em função das temperaturas máxima e mínima**. São Paulo: Instituto de Geografia, USP, 1972. 8p. (Caderno de ciência da terra, n.30).