

MODELAGEM DO ÍNDICE DE AREA FOLIAR EM CANA-DE-AÇÚCAR EM FUNÇÃO DOS GRAUS-DIA ACUMULADOS

ALEXSANDRO C. S. ALMEIDA¹, J. LEONALDO DE SOUZA², T. A. BOTREL³, G. MOURA FILHO², I. TEODORO², G. V. S. BARBOSA², R.A.R. FERREIRA JUNIOR⁴, M. A. SANTOS⁴

¹ Mestrando em Irrigação e Drenagem, ESALQ/USP, Departamento de Engenharia Rural, Av. Pádua Dias, cp.9, CEP 13418-900, Piracicaba-SP, fone:19- 3447-8549, (almeidaacs@yahoo.com.br);

² Prof. do Centro de Ciências Agrárias e Instituto de Ciências Atmosféricas, CECA, ICA/UFAL, Rio Largo, AL 57100-000;

³ Prof. Titular do Departamento de Engenharia Rural da ESALQ-USP, Piracicaba-SP, fone:19- 3447-8549;

⁴ Graduando de Agronomia/CECA/UFAL, Rio Largo, AL, 57100-000.

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 – Aracaju – SE

RESUMO: O desenvolvimento da cana-de-açúcar é controlado pelas exigências bioclimáticas, sendo a técnica do tempo térmico ou graus-dia indicativa da ocorrência de estágios fenológicos. Com o objetivo de observar a influência dos graus dias acumulados sobre o IAF de quatro variedades de cana-de-açúcar na zona canavieira de Alagoas foi instalado um experimento com quatro variedades de cana-de-açúcar na área experimental de Agrometeorologia da Universidade Federal de Alagoas, (09°28'02"S; 35°49'43"W; 127m), Rio Largo-AL. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco repetições e com 04 tratamentos: variedades RB92579, RB93509, RB931530 e a SP79-1011. Os graus-dia acumulados foram determinados baseados na metodologia proposta por Liu et (1999), considerando os valores da temperatura média do ar, da temperatura-base e nas temperaturas ótima, sub-ótimas e supra-ótimas. Os modelos polinomiais se ajustam as curva dos IAF, reproduzindo um aumento inicial lento até 1200 GD, seguido de um aumento rápido em 1700 GD e um decréscimo IAF entre 1700 e 2015GD. As equações obtidas modelam adequadamente o comportamento do IAF durante todo o ciclo de cana-planta.

Palavras chaves: cana-de-açúcar, modelagem, graus-dia.

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the influence of degree-days under sugarcane leaf area index in four varieties of sugarcane in Alagoas State. The experiment was carried in agrometeorology area of Alagoas Federal University (09°28'02"S; 35°49'43"W; 127m), Rio Largo-AL. The experiment has 5 replications and four treatments: variety RB92579, RB931530, RB93509 e SP79-1011. The degree-days was calculated by Liu et al. (1999) technique, where was used values of mean temperature, under-great temperature, up-great temperature. The polynomials modelings was adequate to estimate the curve from IAF.

KEY-WORDS: sugarcane, modeling, degree-days.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da cana-de-açúcar é controlado pelas exigências bioclimáticas, sendo a técnica do tempo térmico ou graus-dia indicativa da ocorrência de

estádios fenológicos. Os graus-dia podem ser utilizadas como alternativa de indicadores da época para plantio, manejo da água, da adubação e colheita, como também na definição da variedade a ser plantada (LIU et al., 1998).

O método dos graus-dia baseia-se na premissa de que a planta necessita de certa quantidade de energia, representada pela soma de graus térmicos acima de uma temperatura-base, para completar determinada fase fenológica ou mesmo o seu ciclo total.

Diversos modelos de cálculo do tempo térmico são encontrados na literatura (INMAN-BAMBER, 1994; TERUEL, 1997; LIU et al., 1998; KEATING et al., 1999). Um dos pioneiros do uso da técnica de graus-dia em cana-de-açúcar foi DILLEWIJN (1952) que desenvolveu um método em que 1° GD foi computado para cada grau acima de 15°C e ½° GD para cada grau acima de 21°C. LIU et al. (1998) apresentaram um modelo para determinar regimes de temperatura ótima, sub-ótimas e supra-ótimas, para a cana-de-açúcar, podendo ser utilizada para prever o desenvolvimento e crescimento da cultura. A temperatura base da cana tem sido relatada entre 9°C e 20°C, variando de acordo com a região e a variedade. TERUEL et al. (1997) relatam valor de 20°C, muito acima dos valores usados por KEATING et al. (1999) de 9°C, 32°C e 45°C para temperatura base, ótima e máxima.

Objetivo deste trabalho foi observar a influência dos graus dias acumulados sobre o IAF de quatro variedades de cana-de-açúcar na zona canavieira de Alagoas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento com a cana-de-açúcar foi instalado na área experimental de Agrometeorologia da Universidade Federal de Alagoas, (09°28'02"S; 35°49'43"W; 127m), Rio Largo-AL. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco repetições e com 04 tratamentos, com as variedades: RB92579, RB93509, RB931530 e a SP79-1011. O plantio realizou-se no dia 01 de outubro de 2003 e a colheita foi realizada 13 meses após. Para determinação do IAF foram efetuadas amostragens mensais a partir do 2° mês de idade nas linhas destinadas à amostragem. Foram marcadas 09 plantas para amostragem de cada variedade. A área de cada folha foi obtida multiplicando-se o produto do comprimento x largura, pelo fator de correção 0,75. A área foliar média por planta foi multiplicada pelo número médio de plantas por linha.

Os graus-dia diários e acumulados foram determinados baseados na metodologia proposta por Liu et (1998), considerando os valores da temperatura média do ar, da temperatura-base e nas temperaturas ótima, sub-ótimas e supra-ótimas, para a cana-de-açúcar, de acordo com as seguintes considerações:

$$GD_j = GDg_j - GDa_j - Tb \quad (1)$$

$$GD_t = \sum_{j=1}^n GD_j \quad (2)$$

em que:

GD_j = graus-dia para cada j dia considerado (°C d);

GD_{g_j} = graus-dia nas condições de temperaturas sub-ótimas, para cada j dia considerado (°C);

GD_{a_j} = efeito adverso da alta temperatura no desenvolvimento da cultura, no dia j considerado (°C);

T_b = temperatura-base, para cada fase fenológica considerado (°C)

GD_t = graus-dia para completar o ciclo total (°C d);

n = número de dias do período considerado.

T_{min_j} = temperatura mínima do ar do dia (°C);
 T_{max_j} = temperatura máxima do ar do dia (°C);
 T_s = temperatura de saturação (40 °C).
 T_o = temperatura ótima para o desenvolvimento da cana (30 °C)

$$GDg_j = \begin{cases} \frac{T_{min_j} + T_{max_j}}{2}, & Tb \leq T_{min_j} \\ \frac{T_{min_j} + T_{max_j}}{2} + \frac{(Tb - T_{min_j})^2}{2(T_{max_j} - T_{min_j})}, & T_{min_j} < Tb < T_{max_j} \\ Tb, & Tb \geq T_{max_j} \end{cases}$$

$$GDq = \begin{cases} 0, & T_{max_j} < T_o \\ \frac{(T_s - Tb)(T_{max_j} - T_o)^2}{2(T_s - T_o)(T_{max_j} - T_{min_j})}, & T_o > T_{min_j}, T_{max_j} < T_s \\ \frac{T_{max_j}(T_{max_j} - 2Tb) - T_o(T_s - Tb) + T_s Tb}{2(T_s - T_o)}, & T_o > T_{min_j}, T_{max_j} \geq T_s \\ \frac{(T_s - Tb)(T_{max_j} + T_{min_j} - 2T_o)}{2(T_{max_j} - T_{min_j})}, & T_o \leq T_{min_j} < T_s, T_{max_j} < T_s \\ \frac{T_{max_j} + T_{min_j}}{2} - Tb - \frac{(T_o - Tb)(T_s - T_{min_j})^2}{2(T_s - T_o)(T_{max_j} - T_{min_j})}, & T_o \leq T_{min_j} < T_s, T_{max_j} \geq T_s \\ \frac{T_{max_j} + T_{min_j}}{2} - Tb, & T_{min_j} > T_s \end{cases}$$

Os elementos meteorológicos foram medidos numa estação meteorológica com sensores acoplados a um sistema automático de aquisição de dados Micrologger, mCR10X.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio das regressões feitas, onde se correlacionou o IAF com o $\sum GD$, foram obtidas as seguintes equações de estimativas de IAF, para os cultivos de cana-planta na região dos tabuleiros costeiros de Rio Largo – AL:

$$IAF_{RB92579} = 0,60 + 0,005 GD - 1,64 \times 10^{-6} GD^2, \quad r^2 = 0,83 \quad 345 < GD < 2015$$

$$IAF_{RB93509} = 0,71 + 8,33 \times 10^{-4} GD + 3,22 \times 10^{-7} GD^2, \quad r^2 = 0,69 \quad 345 < GD < 2015$$

$$IAF_{RB931530} = -1,528 + 0,007 GD - 2,61 \times 10^{-8} GD^2, \quad r^2 = 0,73 \quad 345 < GD < 2015$$

$$IAF_{SP79-1011} = -1,115 + 0,00607 GD - 1,77 \times 10^{-8} GD^2, \quad r^2 = 0,80 \quad 345 < GD < 2015$$

As equações obtidas modelam adequadamente o comportamento do IAF durante todo o ciclo de cana-planta. Os modelos polinomiais se ajustam as curva dos IAF, reproduzindo um aumento inicial lento até 1200 GD, seguido de um aumento rápido em 1700 GD e um decréscimo IAF entre 1700 e 2015GD, valores superiores aos encontrados por TERUEL et al. (1997). As curvas obtidas (Figura 01) mostram um comportamento perfeitamente compatível com o descrito na literatura e com os dados observados (KEATING et al, 1999, LIU et al., 1999). Podendo-se afirmar que pelo formato das curvas obtidas e pelos testes estatísticos, os IAF das variedades de cana, foram satisfatoriamente determinados pelo acúmulo de GD.

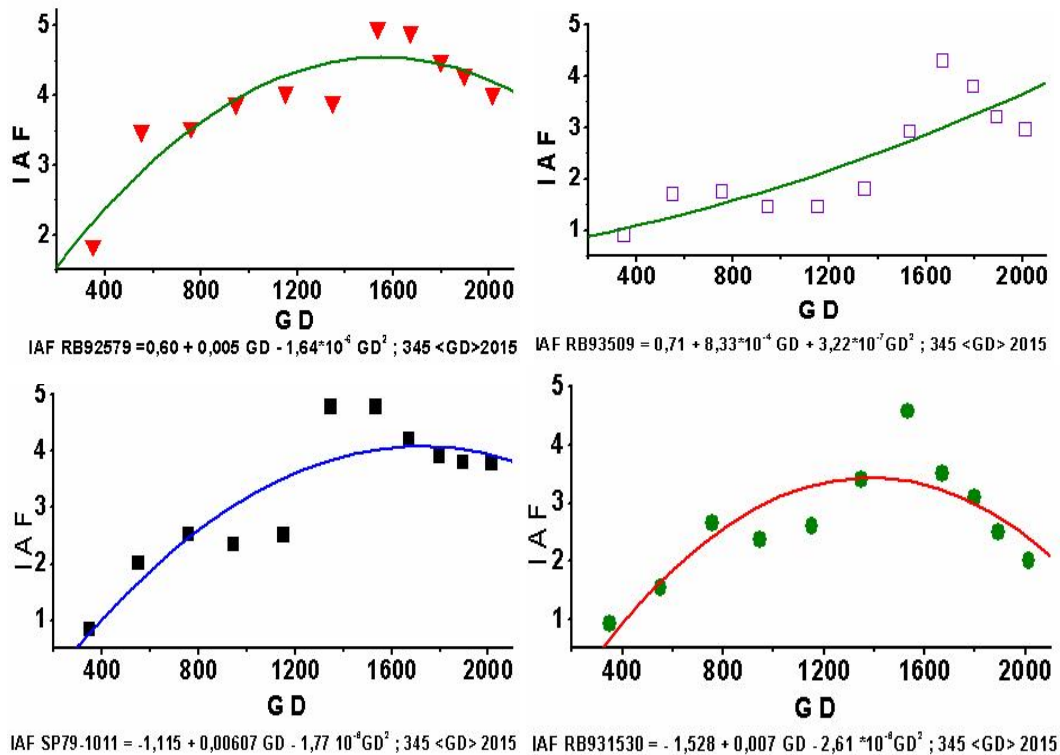


Figura 1. Estimativa dos IAF em função dos graus-dia acumulados das variedades RB92579, SP79-1011, RB93509 e RB931530, na região de Rio Largo-Al no período de 01/10/2003 a 30/09/2004.

As funções obtidas representam satisfatoriamente o período entre o plantio e a brotação; como pode ser visualizada nas figuras 10, 11, 12, 13 e 14. As equações indicam a emergência dos brotos com aproximadamente 200GD.

CONCLUSÃO

O aspecto sigmoidal é característico para a cultura da cana, porém as estimativas do IAF em função do GD são próprias para cada uma das variedades, através das equações obtidas.

AGRADECIMENTOS

PIBIC-UFAL, ESALQ-USP, FAPEAL, CAPES e PMGCA/UFAL.

REFERÊNCIAS

INMAN-BAMBER, N.G. Temperature and seasonal effects on canopy development and light interception of sugarcane . **Field Crop Research**, Amsterdam, V.36, p.41-51, 1994.

KEATING, B.A.; ROBERTSON, M.J.; MUCHOW, R.C.; HUTH N.I. Modelling sugarcane production systems I. Development and performance of the sugarcane module. **Field Crops Research**, v.61, n.1, p.253-271, 1999.

LIU, D. L.; KINGSTON, G.; BULL, T. A. A new technique for determining the thermal parameters of phenological development in sugarcane, including sub optimum and supra-optimum temperature regimes. **Agricultural and Forest Meteorology**. v.90, p.119-139, 1998.

MOURA-FILHO, G.; SARMENTO, C.A.V.; SOUZA, J.L.; SILVA, L.C.; ALMEIDA, A.C.S. GD-CANA- Programa cálculo de graus-dia para a cultura da cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 14., 2005. Campinas, SP, **Anais...**, Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2005. CD-ROM, p. 01-05.

TERUEL, D.A.; BARBIERE, V.; FERRARO Jr., L.A. Sugarcane leaf area index modeling under different soil water conditions. 1997, **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.54 (número especial) p.33-44, 1997.