

# Análise biométrica da cana-de-açúcar irrigada em relação aos graus-dia acumulados no Submédio do São Francisco<sup>1</sup>

José F. A. do Carmo<sup>2</sup>, Magna S. B. de Moura<sup>3</sup>, Thieres G. F. da Silva<sup>4</sup>, Clarismar de O. Campos<sup>5</sup>, Elieth O. Brandão<sup>2</sup>, José M. Soares<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Extraído da Monografia de Conclusão de Curso de Graduação do primeiro autor; <sup>2</sup> Biólogo(a), Bolsista FACEPE, Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, Fone: (87) 3862-1711, jose.alves@cpatsa.embrapa.br; <sup>3</sup> Eng<sup>a</sup>. Agrônoma, Pesquisadora Agrometeorologia, Embrapa Semiárido, Petrolina-PE; <sup>4</sup> Eng<sup>o</sup>. Agrônomo, Professor, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada; <sup>5</sup> Eng<sup>o</sup>. Agrônomo, Professor, Universidade de Pernambuco, Petrolina-PE; <sup>6</sup> Eng<sup>o</sup>. Agrônomo, Pesquisador Aposentado, Embrapa Semiárido, Petrolina-PE.

**ABSTRACT:** The objective of this work was to analyze the relationship between thermal demand and growth parameters of aerial part of irrigated sugar cane, variety RB 92579, for the second ratoon. The experiment carried out in a commercial area of Agroindústrias do Vale do São Francisco (Agrovale), located in the District of Juazeiro, in the Brazilian semi arid, from October/2008 to July/2009. Ten evaluations were performed during the cycle to obtain stalk number, stalk height, number of leaf and leaf area index. It was used 16°C as base temperature to calculate the sum of degree-days. At the begin, the sugar cane presented high tillering and, at the harvest, it was observed 13.1 tiller m<sup>-2</sup>. The maximum leaf area index was 3.8 m<sup>2</sup>m<sup>-2</sup> occurred at 4938GDA and the maximum leaf area per plant was 356.3 cm<sup>2</sup>.

**KEY-WORD:** growth analisys, thermal demand, *Saccharum officinarum* L.

## INTRODUÇÃO

O conhecimento dos padrões de crescimento das principais variedades de cana-de-açúcar frente sua demanda térmica (graus-dias) é muito importante para maximização da produção, pois é possível manejar a cultura para que sua fase de maior desenvolvimento coincida com os períodos de condições ambientais mais favoráveis à máxima expressão do potencial genético da cultivar. Segundo Santos (2006) a primeira etapa para avaliação da produção de uma variedade é a análise quantitativa de seu crescimento. Oliveira et al. (2005) ressaltam que estudos de análise de crescimento em cultivares de cana-de-açúcar possibilitam a avaliação e a quantificação das taxas de crescimento em diferentes condições ambientais.

A análise biométrica é de grande importância na obtenção de dados de crescimento de uma cultura, uma vez que este é avaliado por meio de observações das variações em algum aspecto, geralmente morfológico, em função do acúmulo de material oriundo do processo fotossintético (BENINCASA, 1988) e pode ser realizada por meio de medidas de dimensões lineares como a altura da planta, comprimento e largura de unidades estruturais morfológicas ou anatômicas, número de unidades estruturais e medidas de superfície como, por exemplo, medidas de área foliar. O desenvolvimento da área foliar é crítico para o estabelecimento da cultura e o fechamento do dossel e maximização da interceptação da radiação em busca da produtividade da cultura (SINCLAIR et al., 2004). Nos Tabuleiros Costeiros Alagoano, Almeida et al. (2008) observaram que a variedade RB92579 alcançou valores de índice de área foliar (IAF) superiores a 3,00 aos 600 graus-dias acumulados, o que contribuiu para uma melhor eficiência no uso da água e para o maior acúmulo de matéria seca.

Assim, aplicada à cana-de-açúcar, especialmente para o Submédio do Vale do São Francisco, região sujeita a períodos de déficit hídrico acentuado, com maior perda de água por evapotranspiração, a análise biométrica permitirá avaliar o crescimento da cultura em seu ambiente de cultivo, proporcionando a identificação dos fatores que influenciam no seu

desenvolvimento. Além disso, gera informações que poderão vir a contribuir com modelos computacionais de simulação de crescimento da cultura, os quais são indispensáveis às melhorias de manejo como também à redução de riscos inerentes às dúvidas técnicas relacionadas à expansão da cultura, e que têm sua importância calcada no fato de que estudos desse tipo sobre a cultura são praticamente inexistentes para a essa região. Dessa forma, este trabalho teve o objetivo de realizar a análise biométrica da parte aérea da cana-de-açúcar, variedade RB92579, irrigada por sulcos, em relação ao somatório dos graus-dias, no Submédio São Francisco.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma área comercial da Empresa Agroindústrias do Vale do São Francisco – AGROVALE (09°28'07"S; 40°22'43"O e 386,5 m), no município de Juazeiro/BA, semiárido brasileiro. A área experimental foi localizada dentro de um talhão de 12,17 ha cultivado com cana-de-açúcar, variedade RB92579, plantada em linhas simples, direção leste-oeste, sob espaçamento de 1,5 m entre fileiras, em solo do tipo vertissolo, irrigada por sulcos utilizando um sistema de condução de tubos janelados. As irrigações foram realizadas sempre que o teor de água no solo atingiu 50% da capacidade de campo, e a lâmina de água aplicada foi determinada com base nos valores de evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) determinados em uma estação meteorológica automática localizada próxima a área experimental.

Em cinco parcelas de um metro linear foram realizadas a quantificação do perfilhamento (número total de perfilhos - NPTOT m<sup>-2</sup> e número de perfilhos industrializáveis - NPI m<sup>-2</sup>) e a medida da estatura média do colmo (EMC, cm). Para mensurar o comprimento foi utilizada uma fita métrica a partir do solo até o colarinho da folha +1. Foram realizadas dez coletas: aos 109, 145, 166, 201, 230, 257, 289, 327, 369 e 391 dias após o corte (DAC). Em cada coleta foram amostradas quatro plantas representativas em 1,0 metro linear em três subáreas (SA1, SA2 e SA3) selecionadas dentro do talhão experimental, totalizando doze plantas por coleta, das quais se obteve: número de folhas verdes (NFV), número de folhas mortas (NFM), número de folhas emergentes (NFE) e a área foliar (AFo) de cada unidade experimental. A área foliar por planta foi obtida por meio de um integrador de área foliar modelo LAI 3000 (LI-COR Inc., Lincoln, NE, USA).

A exigência térmica da cultura ou graus-dia acumulados (GDA, °Cdia) foi determinada com base nos dados de temperatura média do ar obtidos em uma estação meteorológica automática, instalada a 3 km de distância da área experimental. O cálculo dos GDA foi efetuado considerando-se a temperatura base da cultura igual a 10 °C para a parte aérea total da planta e 16 °C para os colmos, como sugerido por Smit & Singels (2006) e Sinclair et al. (2004). Com isso, foram obtidas equações para ajuste das curvas de cada parâmetro avaliado, como também seus coeficientes de determinação, utilizando o programa SigmaPlot10<sup>®</sup>.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1a é apresentado o número total de perfilhos (NPTOT) e número de perfilhos industrializáveis (NPI) por metro quadrado de cana-de-açúcar. Verifica-se que, inicialmente, o número total de perfilhos (NPTOT) apresentou um pico (38,5 perfilhos m<sup>-2</sup>) por volta dos 110 dias após o corte (DAC), quando estavam acumulados aproximadamente 1900 graus-dias (GDA). No entanto, esse valor inicial foi diminuindo rapidamente nas três amostragens seguintes para 15,7 perfilhos m<sup>-2</sup>. Na primeira fase de desenvolvimento das plantas, sob condições irrigadas e elevada disponibilidade de radiação solar, há um intenso

perfilhamento no início do ciclo uma vez que há água, luz e espaço para exploração pelas plantas. Percebe-se que a diferença entre o número total de perfilhos (NPTOT) e o número de perfilhos industrializáveis (NPI) foi grande no início, mas reduziu-se abruptamente até os 2800 GDA, quando a cultura apresentou uma tendência à estabilização e equivalência dos valores de NPI que ocorreu por volta dos 327 DAC (5530 GDA). Durante esse período, conforme os primeiros perfilhos vão se desenvolvendo e ocupando maior espaço no solo e no ar, as suas folhas vão sombreando aqueles que brotaram depois, e que são menores, sendo os primeiros mais eficientes na competição, principalmente por água e luz, fazendo com que os mais novos não consigam sobreviver, morrendo antes de se tornarem plantas adultas (SANTOS, 2008). Na fase final do ciclo de ressoca, a cultura apresentou NPI médio de 13,1 perfilhos  $m^{-2}$ , valor superior aos 12,7 colmos  $m^{-2}$  obtidos por Almeida et al. (2008) para a mesma variedade em ciclo de cana-soca.

Com relação ao número de folhas verdes expandidas (NFV), mortas (NFM) e emergentes (NFE) por perfilho (planta) de cana-de-açúcar pode-se verificar que o NFV decresceu até os 2790 GDA (166 DAC), apresentando a partir daí, elevação até por volta dos 4800 GDA (280 DAC), quando tornou a diminuir. O NFV foi de 6,9 folhas perfilho $^{-1}$  na primeira amostragem e de 5,0 folhas perfilho $^{-1}$  na última amostragem (Figura 1b). O valor médio verificado foi de 6,0 folhas verdes expandidas por perfilho, o mesmo demonstrado por Endres (2009) para a variedade RB 92579, irrigada, no estado de Alagoas.

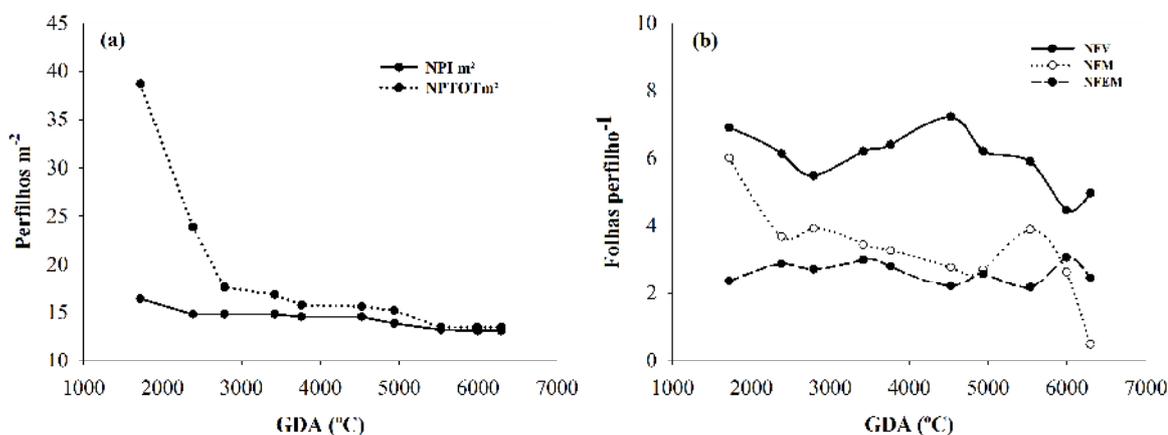


Figura 1. (a) Número total de perfilhos (NPTOT) e número de perfilhos industrializáveis (NPI) por metro quadrado; (b) Número de folhas verdes (NFV), mortas (NFM) e emergentes (NFE) por perfilho (planta) de cana-de-açúcar, cultivar RB92579, irrigada por sulco, em relação ao somatório dos graus-dias (GDA, temperatura base igual a 16°C) durante o ciclo de ressoca, no Submédio do Vale do São Francisco.

A estatura média dos colmos (EMC) apresentou crescimento constante até 3500 GDA, a partir daí, a cana-de-açúcar sofreu ligeira desaceleração no crescimento e, ao final do ciclo, aos 4019 GDA, a EMC atingiu valor de 359,1cm. Silva et al. (2008) analisando crescimento em cultivo de cana-planta, variedade RB 92579, para a região do Coruripe-AL, observaram valores de 280,7 cm, enquanto que para a mesma variedade, em cana de quarto ciclo, na região de Rio Largo-AL, Costa et al. (2008) observaram EMC de 275,1 cm. O ajuste da curva apresentou equação do tipo sigmoidal com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) igual a 0,99.

As relações obtidas entre os graus-dias acumulados (GDA) e a área foliar e o índice de área foliar são apresentados na Figura 2. A área foliar por planta (AFo,  $cm^2$  planta $^{-1}$ ) apresentou grande incremento no período de 110 a 220 dias após o corte (DAC), quando passou de 1170  $cm^2$  planta $^{-1}$  aos 1710 GDA para 2760  $cm^2$  planta $^{-1}$  aos 3760 GDA (Figura 2a). A partir desse período, a planta apresentou área foliar quase estável, sem aumento, com

total de 3003 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup> até o final do ciclo (6296 GDA). É importante conhecer os períodos de ocorrência de máxima área foliar das plantas a fim de se ajustar o manejo da cultura para que haja coincidência com o período de maior disponibilidade de radiação solar e água no solo, tanto no caso de plantio dependente de chuva como no irrigado, onde são utilizados maiores valores de coeficiente de cultura.

No que se refere ao índice de área foliar (Figura 2b), observa-se a ocorrência de duas fases bem distintas. Uma fase inicial que apresentou rápido incremento do índice de área foliar (IAF), passando de 1,5 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup> para 3,5 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup> aos 3762 GDA; quando a partir daí, teve início uma segunda fase, na qual o IAF apresentou-se quase estável até os 381 DAC (6296 GDA), com valor pouco superior a 3,5 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>. Este comportamento difere dos resultados obtidos por Silva (2009) para a mesma variedade sob as mesmas condições de cultivo, em ciclo de cana-soca, o qual observou valor máximo de IAF próximo a 6,0 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup> e final em torno de 4,0 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>.

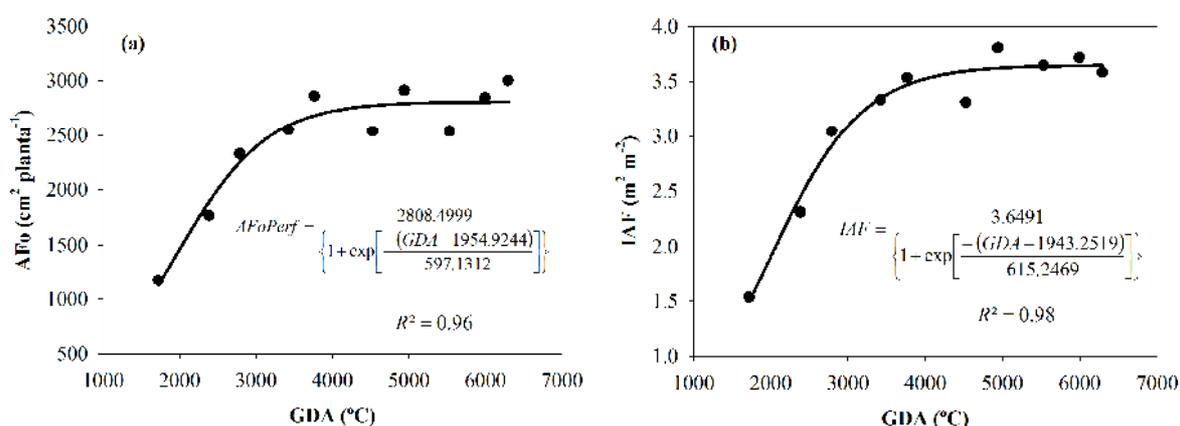


Figura 2. Modelagem da evolução da área foliar (AFo, cm planta<sup>-1</sup>) (a) e do índice de área foliar (IAF, m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>) em relação aos graus-dia acumulados (GDA), com 16°C de temperatura base, em cana-de-açúcar, variedade RB92579, irrigada por sulcos, durante o ciclo de ressoça, no Submédio São Francisco.

Os valores encontrados nesta pesquisa estão próximos aos valores encontrados por Farias et al. (2007) para a variedade SP 791011, que apresentou valor máximo de índice de área foliar (IAF) próximo a 4,0 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>. Almeida et al. (2008) observaram valores do IAF superior a 3,0 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup> para a variedade RB 92579, sendo que a curva de crescimento apresentou formato sigmoidal. Neste trabalho, tanto para a AFo por planta quanto para o IAF, as equações de ajuste também apresentaram-se do tipo sigmoidal, com R<sup>2</sup> igual a 0,96 e 0,98, respectivamente.

## CONCLUSÕES

- A relação entre os graus-dias acumulados e os parâmetros de crescimento da cana-de-açúcar, variedade BR92579, ciclo de ressoça, foi do tipo sigmoidal com coeficiente de determinação mínimo igual a 0,96;

- O conhecimento dessas relações subsidiará estudos para melhoria do manejo da cultura, principalmente no que se refere a irrigação e a modelagem para análise dos possíveis efeitos das mudanças climáticas sobre o potencial produtivo e energético da cana-de-açúcar irrigada no Submédio São Francisco.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A. C. DOS S.; SOUZA, J. L.; TEODORO, I.; BARBOSA, G. V. S.; MOURA FILHO, G.; FERREIRA JÚNIOR, R. A. Desenvolvimento vegetativo e produção de variedades de cana-de-açúcar em relação à disponibilidade hídrica e unidades térmicas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1441-1448, 2008.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal, FUNEP, 1988. 44p.
- COSTA, C. T. S. et al. Crescimento de Quatro Variedades de Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) no Quarto Ciclo de Cultivo, no Município de Rio Largo-AL. In: **Congresso Nacional da Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil, 9.**, 2008, Maceió. **Anais...** Maceió: STAB, 2008. p. 610-615.
- ENDRES, L. Ecofisiologia da cana-de-açúcar. In: **Workshop Bioen on Sugarcane Improvement**. 2009, São Paulo. FAPESP, SP. 2009. Apresentação de slides.
- FARIAS, C. H. DE A.; FERNANDES, P. D.; AZEVEDO, H. M.; DANTAS NETO, J. Índices de crescimento da cana-de-açúcar irrigada e de sequeiro no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.4, p.356-362, 2008.
- OLIVEIRA, R. A.; DAROS, E. ; ZAMBON, J. L. C.; WEBER, H.; IDO, O. T.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S.; SILVA, D. K. T. Crescimento e desenvolvimento de três cultivares de cana-de-açúcar, em cana-planta, no Estado do Paraná: taxas de crescimento. **Scientia Agraria**, v.6, n.1-2, p.85-89, 2005.
- SANTOS, V. R. **Crescimento e produção de cana-de-açúcar em diferentes fontes de fósforo**. Rio Largo, 2006. 88p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias.
- SANTOS, A. C. A. Avaliação de genótipos de cana-de-açúcar para as condições edafoclimáticas de Aparecida do Taboado - MS. Ilha Solteira, 2008. 90p. Dissertação (Mestrado – Especialidade Sistema de Produção) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira.
- SILVA, M. A.; SILVA, J. A. G.; ENCISO, J.; SHARMA, V.; JIFON, J. Yield components as indicators of drought tolerance of sugarcane. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 65, n.6, p.620-627, 2008.
- SILVA, T. G. F. **Análise de Crescimento, Interação Biosfera-atmosfera e Eficiência do Uso de Água da Cana-de-açúcar Irrigada no Submédio do Vale do São Francisco**. Viçosa, 2009. 176p. Tese (Doutorado em Meteorologia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa.
- SINCLAIR, T.R.; GILBERT, R.A.; PERDOMO, R.E.; SHINE JR., J.M.; POWELL, G.; MONTES, G. Sugarcane leaf area development under field conditions in Florida, USA. **Field Crops Research**, v. 88, p. 171-178, 2004.
- SMIT, M. A.; SINGELS, A. The response of sugarcane canopy development to water stress. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 98, p. 91-97, 2006.