



CRESCIMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR SOB APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO VIA GOTEJAMENTO SUBSUPERFICIAL

Nelmício Furtado da Silva¹, Fernando Nobre Cunha², Renato Campos de Oliveira³, Luciana Minervina de Freitas Moura⁴, Lígia Campos de Moura⁵ Marconi Batista Teixeira⁶

RESUMO

O crescimento da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) pode ser afetado pela interferência de diversos fatores, dentre eles a disponibilidade hídrica e de nitrogênio. Deste modo, objetivou-se avaliar a influência da adubação nitrogenada, aplicada via sistema de irrigação por gotejamento subsuperficial, sobre o crescimento da cana-planta cultivada sob irrigação plena ao longo do ciclo. O experimento foi instalado em condições de campo na área experimental do IFGoiano – Câmpus Rio Verde, GO. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, analisado em esquema de parcela subdivida, com quatro repetições. Os fatores avaliados nas parcelas foram a aplicação de nitrogênio, nas doses de 0 e 100 kg ha⁻¹ na forma de ureia, enquanto as subparcelas consistiram em nove épocas de avaliação (90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300 e 330 dias após o plantio - DAP), sendo que para número de colmos foram utilizadas cinco épocas de avaliação (210, 240, 270, 300 e 330 DAP), assim como para número de perfilhos e número de plantas (90, 105, 120, 135 e 150 DAP). Foram avaliados: altura de planta, diâmetro de colmo, número de colmos, comprimento de folha, número de folhas, área foliar, número de perfilhos e número de plantas. Observou-se que não houve interferência da adubação nitrogenada para nenhum dos parâmetros de crescimento da cana-de-açúcar analisados. As alterações morfológicas observadas na cana-de-açúcar ocorreram em função do ciclo da cultura.

Palavras-Chave: fertirrigação, adubação nitrogenada, biometria.

ANALYSIS OF GROWTH OF THE SUGARCANE UNDER NITROGEN APPLICATION BY SUBSURFACE TRICKLE

ABSTRACT

¹ Mestrando em Ciências Agrárias, Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde, Rodovia Sul Goiana, Km 01, CEP: 75.901-170, Rio Verde – GO, e-mail: nelmiciofurtado@gmail.com

² Mestrando em Ciências Agrárias, IFG – Câmpus Rio Verde, e-mail: fernandonobrecunha@hotmail.com

³ Graduando em Agronomia, IFG – Câmpus Rio Verde, e-mail: renatocoagro@gmail.com

⁴ Mestranda em Ciências Agrárias, IFG – Câmpus Rio Verde, e-mail: lucianaminervina@gmail.com

⁵ Graduando em Eng. Alimentos, IFG – Câmpus Rio Verde, e-mail: ligialirius@hotmail.com

⁶ Eng. Agrônomo, Prof. Dr. em Agronomia, IFG – Câmpus Rio Verde, e-mail: marconibt@gmail.com

The growth of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) can be affected by interference of several factor, including the availability of water and nitrogen. Therefore, this study aimed to evaluate the influence of the nitrogen applied by subsurface drip irrigation system on the growth of sugarcane cultivated under full irrigation through the cycle. The experiment was installed in field conditions, in the experimental area of the IFGoiano - Campus Rio Verde, GO. Experimental design comprised randomized block, analyzed in subdivide split-plot, with four replications. The factors evaluated in the plots were nitrogen application at the doses of 0 and 100 kg ha⁻¹ as urea, while the subplots consisted of nine times of evaluation (90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, DAP 300 and 330), and for number of stems were used five times of evaluation (210, 240, 270, 300 and 330 DAP) as well as for number of tillers and number of plants (90, 105, 120, 135 and 150 DAP). Were evaluated the plant height, stem diameter, number of stems, leaf length, number of leafs, leaf area, number of tillers and number of plants. There was not interference of nitrogen fertilization to any of the sugarcane growth parameters analyzed. The morphological alterations observed in sugarcane occurred due to the crop cycle.

Keywords: fertigation, nitrogen fertilization, biometrics.

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma cultura de grande importância socioeconômica no Brasil. A área instalada com a cultura supera 8,4 milhões de hectares, produzindo mais de 588 milhões de toneladas de cana por safra (CONAB, 2013).

A disponibilidade de água no solo, além de exercer um impacto substancial no crescimento e desenvolvimento dos cultivos agrícolas (LAWLOR; CORNIC, 2002), tem efeito também na eficiência da adubação, sendo necessária para promover a solubilização e posterior disponibilização de nutrientes para a planta (FELIPE, 2008).

A cana-de-açúcar é uma cultura que produz uma grande quantidade de biomassa, requerendo entradas substanciais de água e nitrogênio para alcançar elevadas produtividades

(WIEDENFELD, 2000); logo, o uso da tecnologia de irrigação e da fertirrigação tornam-se benéficas, pois proporcionam melhor desenvolvimento das plantas através do seu potencial genético (DANTAS NETO et al., 2006; FARIAS et al., 2008).

A eficiência do manejo da irrigação depende, dentre outros fatores, do sistema de irrigação utilizado, deste modo, em termos comparativos, o gotejamento subsuperficial mostra-se vantajoso pela melhor eficiência na aplicação dos fertilizantes dissolvidos na própria água de irrigação ou fertirrigação (ANDRADE JÚNIOR et al., 2012) e pela possibilidade de fornecimento dos fertilizantes em pequenas doses ao longo do ciclo de cultivo, aumentando a absorção e favorecendo o aproveitamento de nitrogênio do fertilizante (SINGH; MOHAN, 1994; NG KEE KWONG et al., 1999), por

CRESCIMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR SOB APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO VIA GOTEJAMENTO SUBSUPERFICIAL

apresentar um sincronismo maior de disponibilização e absorção de nutrientes para as plantas (KÖLLN, 2012).

A cana-de-açúcar irrigada apresenta elevada resposta a prática da adubação nitrogenada, devido ao efeito positivo da interação entre doses de N e a quantidade de água aplicada na cultura (SINGH; MOHAN, 1994; NG KEE KWONG et al., 1999; WIEDENFELD; ENCISO, 2008). Na literatura, vários estudos mostram a importância do nitrogênio na cultura da cana-de-açúcar (SILVA et al., 2009), principalmente por ser parte constituinte dos ácidos nucléicos e aminoácidos, precursores das proteínas, participando direta ou indiretamente de diversos processos bioquímicos e enzimáticos (EPSTEIN; BLOOM, 2006), demonstrando a necessidade de correlacionar a adubação nitrogenada em cana-de-açúcar irrigada aos parâmetros de crescimento.

Na cultura da cana-de-açúcar, a análise de crescimento não só permite aprimorar algumas práticas de manejo, inclusive a adubação (GAVA et al., 2001), como tem sido utilizada como instrumento significativo para avaliar o desempenho de variedades. A avaliação de variáveis morfológicas das plantas possibilita a identificação da capacidade produtiva de diferentes variedades e a investigação dos efeitos do manejo da cultura (OLIVEIRA et al., 2005; OLIVEIRA, 2010).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de nitrogênio via gotejamento

subsuperficial sob o crescimento da cana-de-açúcar cultivada sob irrigação plena, e o desenvolvimento da cultura ao longo do ciclo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo, em área experimental pertencente ao Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde, GO, localizada na latitude 17°48'28"S e longitude 50°53'57"O, com altitude média de 720 metros.

O clima da região é classificado como Aw (tropical) pela classificação de Köppen, com chuvas nos meses de outubro a maio e seca nos meses de junho a setembro. A temperatura média anual varia de 20 a 35°C e a precipitação pluvial média anual de 1.500 a 1.800 mm. O relevo é considerado suave ondulado (6% de declividade).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, analisado em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os fatores avaliados nas parcelas constituíram na aplicação de duas doses de nitrogênio (0 e 100 kg ha⁻¹), na forma de uréia. As subparcelas foram representadas por nove épocas de avaliação (90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300 e 330 dias após o plantio – DAP), sendo que para número de colmos (NUMC) foram utilizadas cinco épocas de avaliação (210, 240, 270, 300 e 330

DAP), assim como para número de perfilhos (NUMPE) e número de plantas (NUMPL) (90, 105, 120, 135 e 150 DAP).

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distroférrico (LVdf), de textura média (EMBRAPA, 2006). As características químicas do solo da área experimental são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química do solo da área experimental.

Camada	pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	S	CTC	V
(m)	em H ₂ O	(g kg ⁻¹)	(mg dm ⁻³)	----- (mmol dm ⁻³) -----					(%)		
0,00 – 0,20	6,2	63,42	7,06	2,04	20,40	16,80	0,0	57,75	41,80	99,55	41,99
0,20 – 0,40	6,6	44,47	2,65	4,09	14,40	13,20	0,0	44,55	31,69	76,24	41,57

Utilizou-se a variedade de cana-de-açúcar RB 85-5453, caracterizada principalmente pelo alto teor de açúcar e precocidade. As parcelas experimentais foram constituídas de três sulcos de linha dupla (plantio “em W” ou plantio em “abacaxi”) com espaçamento de 1,80 x 0,4 m entre linhas e oito metros de comprimento, totalizando 35,2 m² de área total por parcela.

Toda a área experimental foi quimicamente corrigida com base no resultado da análise de solo. Na adubação de plantio foram aplicados 30 kg ha⁻¹ de nitrogênio (uréia), 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples) e 80 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio). Nas parcelas em que foi prevista a aplicação de nitrogênio, o mesmo foi aplicado totalmente via água de irrigação

(fertirrigação), parcelado em dez aplicações ao longo da condução do experimento. A adubação potássica foi realizada parcialmente no sulco de plantio, representando 30% do total e o restante aplicado via água de irrigação.

O cultivo foi irrigado por um sistema de gotejamento subsuperficial. O tubo gotejador foi enterrado a uma profundidade de 0,20 m da superfície do solo, no meio da linha dupla. O tubo gotejador utilizado foi o DRIPNET PC 16150 de parede delgada, pressão de serviço de 1,0 bar, vazão nominal de 1,0 L h⁻¹ e espaçamento entre gotejadores de 0,50 m. A irrigação foi conduzida em base de tensiometria digital de punção com sensibilidade de 0,1 kPa, sendo as hastes tensiométricas instaladas nas profundidades de 0,20, 0,40, 0,60 e 0,80 m de profundidade e a uma distância de 0,15, 0,30, 0,45 e 0,60 m do tubo gotejador, com leitura registrada diariamente. As características físico-hídricas do solo foram determinadas mediante a curva de retenção de água no solo, com capacidade de água disponível (CAD) de 100 mm, sendo que o solo foi mantido na capacidade de campo durante todo o ciclo da cultura.

As avaliações das variáveis biométricas foram realizadas em três plantas demarcadas localizadas na área útil de cada parcela. A área útil constituiu no metro linear central da linha principal de cada parcela.

As variáveis analisadas foram: altura de planta (AP), mensurada do solo até a lígula da última folha completamente aberta; diâmetro de colmo (DC), mensurado na base do colmo com auxílio de um paquímetro digital; número de

CRESCIMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR SOB APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO VIA GOTEJAMENTO SUBSUPERFICIAL

colmos (NUMC), contabilizando-se os entrenós de cada planta; comprimento de folha (COMPF), sendo utilizada somente a folha +1; número de folhas (NUMF), sendo consideradas apenas aquelas com no mínimo 70% de área verde; área foliar (AF), utilizando-se a equação $AF = C \times L \times 0,7 \times (NF + 2)$, onde, C – comprimento da folha +1 (cm), L – largura da folha +1 (cm) e NF – número de folhas.; número de perfilhos (NUMPE), contabilizando o número de plantas com até três folhas abertas na área útil da parcela; e número de plantas (NUMPL), contabilizando-se as plantas com mais de três folhas abertas na área útil da parcela.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise da variância pelo teste F, e em casos de significância, foi realizada a análise de regressão polinomial linear e quadrática para os dias após plantio (DAP) e para o fator aplicação de nitrogênio as médias foram comparadas entre si pelo teste Tukey a 0,05 de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo somente para os DAP para todas as variáveis analisadas: altura de planta, diâmetro de colmo, número de colmos, comprimento de folhas, número de folhas, área foliar, número de perfilhos e número de plantas, como demonstrado na Tabela 2. Desta maneira, constatou-se que não houve relação direta entre a

aplicação de N via irrigação por gotejamento subsuperficial (fertirrigação) e as variáveis morfológicas da cana-planta ao longo do tempo, avaliado por meio de parâmetros de crescimento.

A capacidade de regeneração da planta e a produtividade vegetal podem ser mensuradas de forma prática e eficiente através do uso de variáveis biométricas. Sabe-se que, em média, 90% da matéria orgânica acumulada ao longo do crescimento da planta resultam da atividade fotossintética, e o restante, da absorção mineral do solo (BENINCASA, 2003). A quantidade de nutrientes extraídas do solo e acumulados nas plantas varia com a idade da planta, variedade, tipo de solo e de manejo (BENETT et al., 2013).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para as variáveis biométricas avaliadas.

FV	QUADRADOS MÉDIOS							
	AP	DC	NUMC	COMPF	NUMF	AF	NUMPE	NUMPL
N	71,76 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,12 ^{ns}	208497,60 ^{ns}	160,65 ^{ns}	4,51 ^{ns}
Bloco	322,61 ^{ns}	37,02 ^{ns}	0,78 ^{ns}	70,32 ^{ns}	0,88 ^{ns}	944989,62 ^{ns}	16,16 ^{ns}	6,70 ^{ns}
Resíduo a	195,83 ^{ns}	6,36	0,08	27,55	1,00	280094,09	93,70	14,46
DAP	82004,99 ^{**}	211,57 ^{**}	232,14 ^{**}	3441,99 ^{**}	16,99 ^{**}	63424873,74 ^{**}	741,00 ^{**}	889,03 ^{**}
N x DAP	44,88 ^{ns}	2,51 ^{ns}	0,01 ^{ns}	6,09 ^{ns}	0,26 ^{ns}	133581,58 ^{ns}	1,97 ^{ns}	1,43 ^{ns}
Resíduo b	50,87	1,25	0,12	20,69	0,41	226841,71	0,78	3,70
CV a (%)	9,12	8,07	2,96	3,17	10,71	9,31	19,08	13,14
CV b (%)	4,65	3,59	3,72	2,74	6,87	8,38	1,75	6,65

¹ altura de planta (AP), diâmetro de colmo (DC), número de colmos (NUMC), comprimento de folhas (COMPF), número de folhas (NUMF), área foliar (AF), número de perfilhos (NUMPE) e número de plantas (NUMPL) da cana-de-açúcar submetida a diferentes doses de nitrogênio (N) em diferentes dias após plantio (DAP). ^{**} e ^{*} significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, ^{ns} não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Os resultados das médias de altura de planta (AP) para os diferentes dias após o plantio

(DAP) são apresentados na Figura 1A. De acordo com os dados, houve um crescimento exponencial na AP em função dos períodos avaliados, sendo que o maior aumento aconteceu entre os 240 e 300 DAP, com redução do crescimento após esses períodos. Como a adubação nitrogenada não afetou a altura de planta, possivelmente a elevação no crescimento desta variável seja resultado da irrigação, uma vez que a água tem papel fundamental na maior alongação dos entrenós, resultando em plantas mais altas em condições favoráveis ao crescimento vegetal (SHIGAKI et al., 2004).

Para o diâmetro de colmo (DC), observou-se um crescimento inicial elevado, prolongando-se até os 210 DAP (Figura 1B). Foi constatado um incremento de 34% no DC das plantas de cana-de-açúcar neste período, deparando-se a 32,6 mm aos 210 DAP. Entretanto, a máxima resposta de DC foi atingida aos 330 DAP, com uma média de 37,9 mm. Os resultados obtidos corroboram com Moura et al. (2005), que consideram adequados valores de DC acima de 22 mm para a cana-de-açúcar irrigada. Dantas Neto et al. (2006) e Uribe (2010) também não observaram aumento no diâmetro de colmos da cana-de-açúcar com a elevação da dose de N sob irrigação.

A Figura 1C apresenta o comportamento do número de colmos (NUMC) da cana-de-açúcar irrigada ao longo do tempo, onde foi observado acréscimo significativo a partir dos 210 DAP, com um aumento mais pronunciado

entre os 270 e 300 DAP, com acréscimo de 42% no NUMC durante este período. A característica do número de colmos é importante, pois se trata de um dos fatores determinantes da produtividade do canavial. Ao avaliar as respostas da cana-de-açúcar à aplicação de nitrogênio, Teixeira (2005) verificou que o nitrogênio não afetou o aumento do número de colmos, sendo este resultado semelhante ao obtido neste estudo.

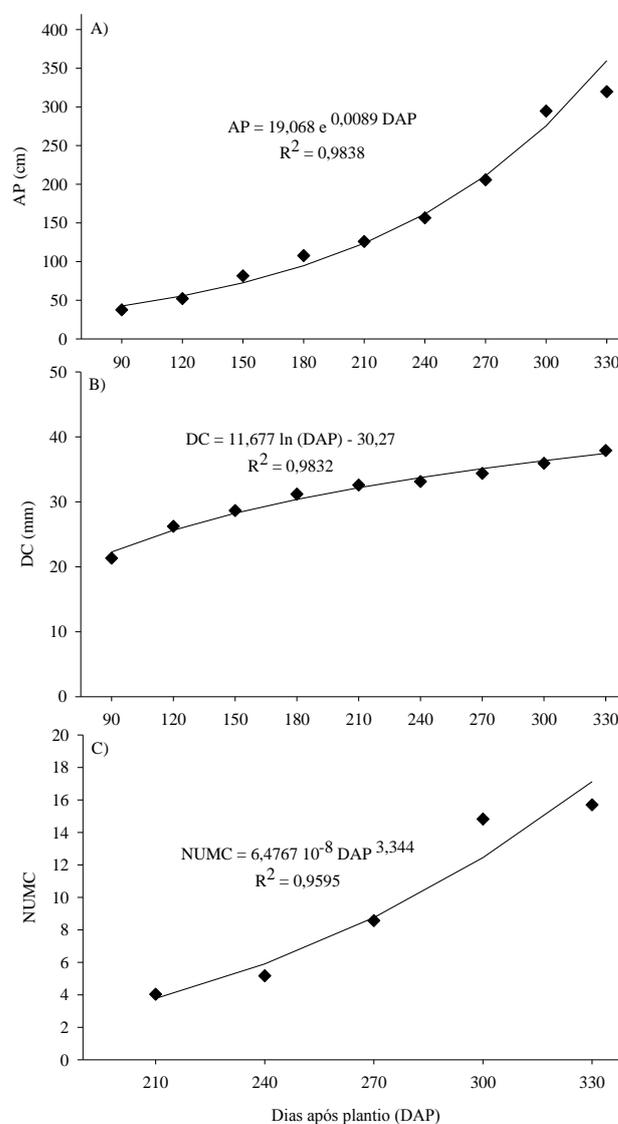


Figura 1. Altura de planta (A), diâmetro de colmo (B) e número de colmos (C) da cana-de-açúcar em função dos dias após plantio (DAP).

CRESCIMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR SOB APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO VIA GOTEJAMENTO SUBSUPERFICIAL

As médias de comprimento de folha (COMPF) da cana-de-açúcar irrigada ao longo do ciclo ajustaram-se a um modelo polinomial, caracterizado por elevado crescimento até os 180 DAP, seguido de um acréscimo gradual até o período final de avaliação, deparando-se com 181,44 cm aos 330 DAP (Figura 2A). Para o número de folhas (NUMF), observou-se resposta linear em função dos DAP, sendo constatada uma taxa de crescimento absoluto de 0,2% ao dia (Figura 2B).

Na Figura 2C, tem-se o comportamento da cultura quanto à área foliar (AF). Observou-se um crescimento exponencial na área foliar em função dos DAP para a cana-de-açúcar irrigada. O comprimento de folha (COMPF), número de folha (NF) e área foliar (AF) são medidas que permitem avaliar a produtividade da cultura, pois estimam a superfície fotossinteticamente ativa. A capacidade de manter a área foliar por um longo período de tempo constitui-se em um importante indicativo de materiais mais produtivos, pois significa um melhor desempenho do aparato fotossintético (MAGALHÃES, 1979). Além disso, o número de folhas e de perfilhos estão relacionadas à capacidade de regeneração da planta ao longo do ciclo da cultura (MOREIRA GOMES et al., 1988), especialmente no caso da cana-de-açúcar caracterizada pelo longo período de utilização.

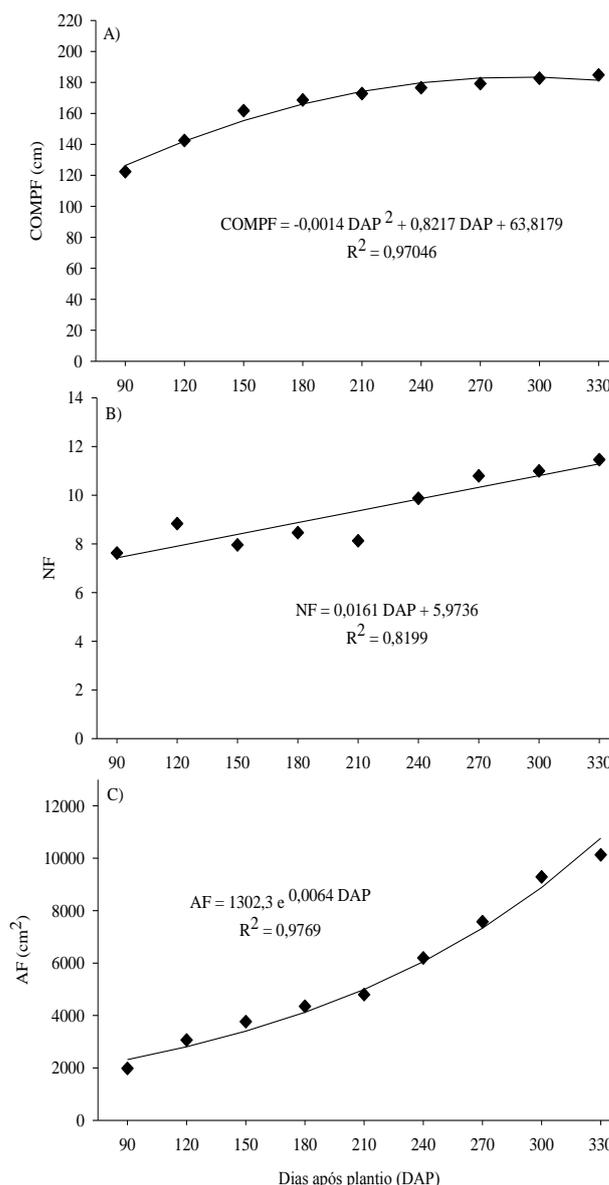


Figura 2. Comprimento de folha (A), número de folhas (B) e área foliar (C) da cana-de-açúcar em função dos dias após plantio (DAP).

Para o número de perfilhos (NUMPE) e número de plantas (NUMPL), nota-se que o crescimento da cana-de-açúcar foi afetado de modo similar ao longo do ciclo, ajustando-se ambos em equações polinomiais (Figura 3). A variação no perfilhamento da cana-de-açúcar ao longo do período de cultivo, observado na Figura 3A, mostra que a estabilidade do mesmo foi

atingida após os 135 DAP, depois de um período de rápido crescimento do NUMPE. Entre os 90 e 135 DAP constatou-se aumento de 46% no NUMPE. A competição por luz, área, água e nutrientes ocasionam uma redução no número de perfilhos após os 180 DAP, refletindo na diminuição e paralisação do processo, além da morte de perfilhos mais jovens (CASTRO, 2000; OLIVEIRA et al., 2004).

Conforme verificado na Figura 3B, houve um aumento no NUMPL até os 150 DAP, estabilizando-se até os 180 DAP com posterior queda a partir deste período. A redução pode ser atribuída a morte de plantas e encerramento do perfilhamento neste período, observando-se queda de 45% do NUMPL no período compreendido entre 180 e 240 DAP.

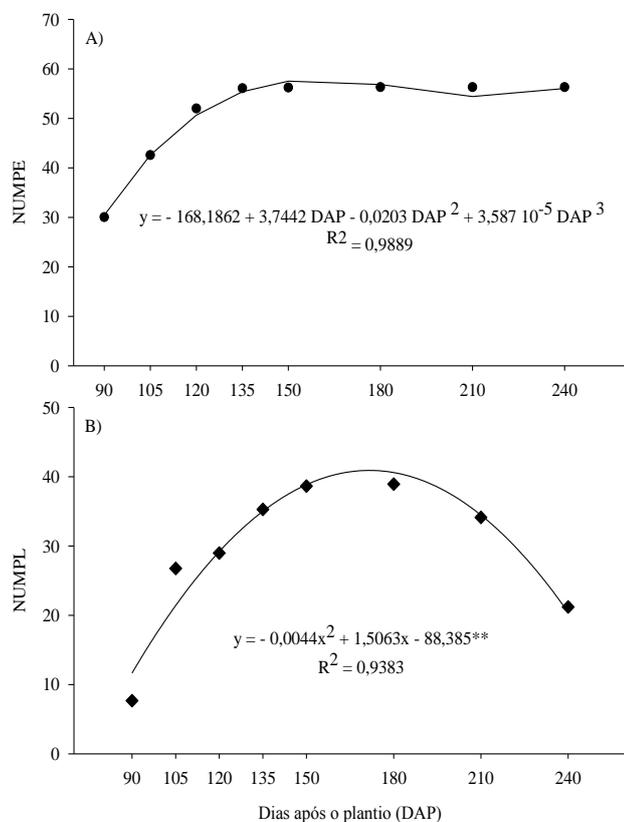


Figura 3. Número de perfilhos (A) e número de plantas (B) da cana-de-açúcar em função dos dias após plantio (DAP).

As baixas respostas da cana-planta ao nitrogênio podem estar relacionadas, dentre outros fatores, à mineralização da matéria orgânica do solo (CANTARELLA; TRIVELIN; VITTI, 2007), ao maior vigor do sistema radicular comparado ao da soqueira, à fixação biológica do nitrogênio e a baixa demanda inicial por nutrientes (AZEVEDO et al., 1986; ORLANDO FILHO et al., 1999). Segundo Demattê (2005) as soqueiras respondem favoravelmente à adubação nitrogenada, ao contrário da cana-planta. O fato é que o nitrogênio aplicado, quando em contato com o solo, entra no complexo matéria orgânica, sofrendo as reações de imobilização e mineralização, cuja extensão ainda é pouco conhecida nos solos do cerrado, principalmente em área de cultivo com cana-de-açúcar.

CONCLUSÕES

As alterações morfológicas observadas na cana-de-açúcar não ocorreram em função da aplicação da dose de N, mas em função do ciclo da cultura.

Houve um aumento do número de plantas após 180 DAP apesar da grande redução no número de perfilhos ocorrido nesta mesma data.

A área foliar e a altura de planta tiveram maior aumento entre os 240 e 300 DAP. O diâmetro de colmos e número de colmos teve um grande aumento inicial aos 210 DAP em virtude

CRESCIMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR SOB APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO VIA GOTEJAMENTO
SUBSUPERFICIAL

da fase da cana de açúcar, porém atingiram seus valores máximos aos entornos dos 270 aos 300 DAP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; BASTOS, E. A.; RIBEIRO, V. Q.; DUARTE, J. A. L.; BRAGA, D. L.; NOLETO, D. H. Níveis de água, nitrogênio e potássio por gotejamento subsuperficial em cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 1, p. 76-84, 2012.

AZEVEDO, D. F.; BOLSANELLO, J.; WEBWE, H.; VIEIRA, J. R. Nitrogênio em cana-planta – doses e fracionamento. **STAB - Açúcar, Alcool e Subprodutos**, v. 4, n. 5, p. 25-29, 1986.

BARBIERI, V.; VILLA NOVA, N. A. **Climatologia e a cana-de-açúcar**. Araras: PLANALSUCAR, Coordenadoria Regional Sul, 1982. 36 p.

BENETT, C. G. S.; BUZETTI, S.; BENETT, K. S. S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; COSTA, N. R.; MAEDA, A. S.; ANDREOTTI, M. Acúmulo de nutrientes no colmo de cana-de-açúcar em função de fontes e doses de manganês. **Ciências Agrárias**, v. 34, n. 3, p. 1077-1088, 2013.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas** (noções básicas). 2ª ed. Jaboticabal, Fundação Nacional de Ensino e Pesquisa, Jaboticabal, 2003. 41p.

CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P. C. O.; VITTI, A. C. Nitrogênio e enxofre na cultura da cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO SOBRE NITROGÊNIO E ENXOFRE NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2007.

Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: IPNI, 2007. p. 355-392.

CASTRO, P. R. C. **Aplicações da fisiologia vegetal no sistema de produção da cana-de-açúcar**. In: Simpósio Internacional de Fisiologia da Cana-de-açúcar. 2000. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: STAB, 2000, p. 1-9.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar, quarto levantamento, Brasília, abril/2013. **Disponível em:** <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_04_09_10_30_34_boletim_cana_portugues_abril_2013_4o_lev.pdf> Acesso em: 22 abr. 2013.

DANTAS NETO, J.; FIGUEIRÊDO, J. L. C.; FARIAS, C. H. A. de; AZEVEDO, H. M. de; AZEVEDO, C. A. V. de. Resposta da cana-de-açúcar, primeira soca, a níveis de irrigação e adubação de cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, p. 283-288, 2006.

DEMATTÊ, J. L. I. **Cultura da cana-de-açúcar: recuperação e manutenção da fertilidade dos solos**. Piracicaba: POTAFOS, 2005. 24 p. Informações Agronômicas, 111.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, RJ; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária: Embrapa Solos, 2006. 306p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Mineral nutrition of plants: principles and perspectives**. Sunderland: Sinauer Associates, 2006. 400p.

FARIAS, C. H. A. de; FERNANDES, P. D.; AZEVEDO, H. M. de; 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**, v. 12, p. 356-362, 2008.

- FELIPE, D. C. **Produtividade da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) submetida a diferentes épocas de plantio e a adubação mineral**. 2008. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba – Centro de Ciências Agrárias, Areia.
- GAVA, G. J. C.; TRIVELIN, P. C. O.; OLIVEIRA, M. W.; PENATTI, C. P. Crescimento e acúmulo de N em cana-de-açúcar cultivada em solo coberto com palhada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 11, p. 1347-1354, 2001.
- KÖLLN, O. T. **Interação entre os estresses de nitrogênio e disponibilidade hídrica no fracionamento isotópico de ¹³C e na produtividade em soqueira de cana-de-açúcar**. 2012. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba.
- LAWLOR, D. W.; CORNIC, G. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. **Plant, Cell & Environment**, v. 25, p. 275-294, 2002.
- MAGALHÃES, A. C. N. **Análise quantitativa do crescimento**. In: FERRI, M. G. Fisiologia Vegetal. EPU/EDUSP, São Paulo, v. 1, p. 331-350, 1979.
- MOREIRA GOMES, J. B.; ARKCOLL, D. B. Estudos iniciais sobre a produção de palmito de pupunha. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM PALMITO, 1., Curitiba. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1988. p. 271-278.
- MOURA, M. V. P. S.; FARIAS, C. H. A.; AZEVEDO, C. A. V.; DANTAS NETO, J.; AZEVEDO, H. M.; PORDEUS, R. M. Doses de adubação nitrogenada e potássica em cobertura na cultura da cana-de-açúcar, primeira soca, com e sem irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 4, p. 753-760, 2005.
- NG KEE KWONG, K. F.; PAUL, J. P.; DEVILLE, J. Drip-fertigation – a means for reducing fertilizer nitrogen to sugarcane. **Experimental Agriculture**, v. 35, n. 1, p. 31-37, 1999.
- OLIVEIRA, E. C. A.; OLIVEIRA, R. I.; ANDRADE, B. M. T.; FREIRE, F. J.; LIRA JÚNIOR, M. A.; MACHADO, P. R. Crescimento e acúmulo de matéria seca em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sob irrigação plena. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 9, p. 951-960, 2010.
- 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 Agrária**, v. 6, n. 1-2, p. 85-89, 2005.
- OLIVEIRA, R. A.; DAROS, E.; ZAMBON, J. L. C.; WEBER, H.; IDO, O. I.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S.; SILVA, D. K. T. Crescimento e desenvolvimento de três cultivares de cana-de-açúcar, cana planta, no Estado do Paraná. **Scientia Agrária**, v. 5, n. 1-2, p. 87-94, 2004.
- ORLANDO FILHO, J.; RODELLA, A. A.; BELTRAME, J. A.; LAVORENTI, N. A. Doses, fontes e formas de aplicação de nitrogênio em cana-de-açúcar. **STAB – Açúcar, Alcool e Subprodutos**, v. 17, n. 4, p. 39-41, 1999.
- SHIGAKI, F.; FREITAS, N.; BERTO, A.; CEDDIA, M. B.; ZONTA, E.; LIMA, E. Influência do estresse hídrico nos parâmetros de crescimento, acúmulo de N e produtividade de diferentes variedades de cana-de-açúcar em Miracema – RJ. **Revista Universitária Rural – Série Ciências da Vida**, v. 24, n. 1, p. 63-71, 2004.
- SILVA, C. T. S. da; AZEVEDO, H. M. de; AZEVEDO, C. A. V. de; DANTAS NETO, J.; CARVALHO, C. M. de; GOMES FILHO, R. R.

CRESCIMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR SOB APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO VIA GOTEJAMENTO
SUBSUPERFICIAL

Crescimento da cana-de-açúcar com e sem irrigação complementar sob diferentes níveis de adubação de cobertura nitrogenada e potássica. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 3, n. 1, p. 3-12, 2009.

SINGH, P. N.; MOHAN, S. C. Water use and yield response of sugarcane under different irrigation schedules and nitrogen levels in a subtropical region. **Agricultural Water Management**, v. 26, p. 253-264, 1994.

TEIXEIRA, C. D. A. **Aplicação de nitrogênio e potássica em cana-soca, em dois solos do estado do Paraná**. 2005. 56 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

URIBE, R. A M. **Produtividade e estimativa do acúmulo de biomassa em soqueira de cana-de-açúcar irrigada por gotejamento com diferentes doses de N-fertilizante**. 2010. 67 f. Tese (Doutorado em Agronomia Irrigação e Drenagem) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2010.

WIEDENFELD, B.; ENCISO, J. Sugarcane responses to irrigation and nitrogen in semiarid South Texas. **Agronomy Journal**, v. 100, p. 665-671, 2008.

WIEDENFELD, R. P. Water stress during different sugarcane growth periods on yield and response to N fertilization. **Agricultural Water Management**, v. 43, p. 173-182, 2000.