



ÁREA FOLIAR DA CANA-DE-AÇÚCAR IRRIGADA SOB DIFERENTES NÍVEIS DE NITROGÊNIO E ZINCO

A. C. Horschutz¹, F. N. Cunha², M. B. Teixeira³, V. M. Vidal⁴, L. N. S. dos Santos⁵,
E. S. Cunha⁶

RESUMO: Objetivou-se avaliar a área foliar da cana-de-açúcar fertirrigada com nitrogênio e zinco em cana-soca. O experimento foi conduzido em condições de campo, em área da fazenda Rio Paraíso II pertencente à Usina Raízen, no município de Jataí-GO. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, muito argiloso. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, analisado em esquema fatorial 4 x 5, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram em quatro doses de nitrogênio (0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹); cinco doses de zinco (0, 2,5, 5,0, 7,5 e 10 kg ha⁻¹), em cana-soca. As parcelas foram constituídas por 5 linhas de cana de 5 m de comprimento espaçadas de 1,50 m entre si, constituindo 45 m² por parcela. A área útil da parcela abrangeu 2 linhas centrais de cada parcela, desprezando-se 2 m em cada extremidade. Foi avaliado a área foliar, comprimento e largura de folha. A variedade implantada no experimento foi a IACSP 95-5000. A irrigação foi realizada por um Pivô central, em aço galvanizado, baixa pressão, com 12 torres de sustentação, com uma área total irrigada de 139,31 ha, velocidade de 268 m h⁻¹ na última torre, aplicando uma lâmina bruta mínima para uma volta a 100% de 1,35 mm. A área foliar da cana-de-açúcar (cana-soca) fertirrigada com 180 kg ha⁻¹ de N e 10 kg ha⁻¹ de Zn mostra incrementos de 17%.

PALAVRAS-CHAVE: *Saccharum officinarum*, biometria, fotossíntese

LEAF AREA OF SUGAR CANE IRRIGATED UNDER DIFFERENT LEVELS OF NITROGEN AND ZINC

ABSTRACT: The objective was to evaluate the leaf area of sugarcane fertirrigated with nitrogen and zinc in sugarcane of second year. The experiment was conducted in field

¹ Doutoranda em Ciências Agrárias - Agronomia, Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, Rodovia Sul Goiana, Km 01, CEP: 75.901-170, Rio Verde – GO, e-mail: a.horschutz@hotmail.com

² Doutorando em Ciências Agrárias - Agronomia, IFGoiano – Campus Rio Verde, e-mail: fernandonobrecunha@hotmail.com

³ Eng. Agrônomo, Prof. Dr. em Agronomia, IFGoiano – Campus Rio Verde, e-mail: marconibt@gmail.com

⁴ Doutor em Ciências Agrárias – Agronomia, IFGoiano – Campus Rio Verde, e-mail: vmarquesvidal@gmail.com

⁵ Eng. Agrônomo, Prof. Dr. em Engenharia Agrícola, IFGoiano – Campus Rio Verde, e-mail: leonardo.santos@ifgoiano.edu.br

⁶ Mestrando em Ciências Agrárias - Agronomia, IFGoiano – Campus Rio Verde, e-mail: eduardosousacunha3@gmail.com

conditions in an area of the Rio Paraiso II farm belonging to the Raízen industry, in the municipality of Jatai-GO. The soil of the experimental area is classified as dystrophic Red Latosol, very clayey. The experimental design used was randomized block, analyzed in factorial scheme 4 x 5, with four replications. The treatments consisted of four nitrogen doses (0, 60, 120 and 180 kg ha⁻¹) and five doses of zinc (0, 2.5, 5.0, 7.5 and 10 kg ha⁻¹) in sugarcane of second year. The plots consisted of 5 lines of sugarcane of 5 m long, spaced 1.50 m apart, constituting 45 m² per plot. The area used of plot was 2 central lines of each plot, disregarding 2 m at each end. The variables evaluated were leaf area, leaf length and width. The variety implanted in the experiment was the IACSP 95-5000. The irrigation was realized by a central Pivot, in galvanized steel, low pressure, with 12 support towers, with an area total irrigated of 139.31 ha, velocity of 268 m h⁻¹ in the last tower, applying an amount of water gross minimum of 1.35 mm for a full turn. The leaf area of fertirrigated sugarcane (second year) 180 kg ha⁻¹ of N and 10 kg ha⁻¹ of Zn shows increases of 17%.

KEYWORDS: *Saccharum officinarum*, biometrics, photosynthesis

INTRODUÇÃO

A importância social e econômica da cana-de-açúcar, se mostra principalmente na produção de álcool e açúcar, bem como na geração de empregos diretos e indiretos, sendo utilizada também na produção de caldo de cana, melaço, rapadura e aguardente (Sebrae, 2007).

A cana-de-açúcar é constituída de um sistema radicular, de colmos em que a sacarose é estocada, e das folhas dispostas ao redor da cana-de-açúcar e também na parte superior da planta em que se localiza a gema apical (Mantelatto, 2005).

O estudo da área foliar da cana-de-açúcar permite correlacioná-la com o seu potencial produtivo, seja em massa seca, quantidade de açúcar ou taxas de crescimento, nesse sentido, o conhecimento da dinâmica de desenvolvimento da área foliar, de cana-de-açúcar, pode permitir melhor compreensão das relações destas características com o rendimento final (Oliveira et al., 2007).

Objetivou-se, assim avaliar a área foliar da cana-de-açúcar fertirrigada com nitrogênio e zinco em cana-soca.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo, em área da fazenda Rio Paraíso II pertencente à Usina Raízen, no município de Jataí, GO. As coordenadas geográficas do local são 17°44'2.62"S e 51°39'6.06"O, com altitude média de 907 m. Segundo a classificação de Köppen (2013), o clima do local é do tipo Aw, tropical, com chuva nos meses de outubro a abril, e seca nos meses de maio a setembro. A temperatura máxima oscila de 35 a 37°C, e a mínima de 12 a 15°C (no inverno há ocorrências de até 5° graus). A precipitação anual chega a 1800 mm aproximadamente, porém mal distribuídas ao longo do ano.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, muito argiloso (Embrapa, 2013). As características químicas, físico-hídricas, granulometria e classificação textural estão descritas na Tabela 1.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, analisado em esquema fatorial 4 x 5, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram em quatro doses de nitrogênio (0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹); cinco doses de zinco (0, 2,5, 5,0, 7,5 e 10 kg ha⁻¹), em cana-soca.

As parcelas foram constituídas por 5 linhas de cana de 5 m de comprimento espaçadas de 1,50 m entre si, constituindo 45 m² por parcela. A área útil da parcela abrangeu 2 linhas centrais de cada parcela, desprezando-se 2 m em cada extremidade. Foi avaliado a área foliar, comprimento e largura de folha.

A adubação nitrogenada foi de acordo com os tratamentos, aos 60 dias após o plantio. Todos os tratamentos foram adubados no sulco de plantio com fósforo P₂O₅ (100 kg ha⁻¹) na forma de superfosfato triplo, potássio K₂O (80 kg ha⁻¹) na forma de cloreto de potássio, e micronutrientes, conforme resultados das análises de solo e recomendação de Sousa & Lobato (2004).

A variedade escolhida para ser implantada no experimento foi a IACSP95-5000, nas condições de cana-soca. O preparo do solo foi realizado pelo sistema convencional, por meio de aração e gradagem, seguido de abertura dos sulcos de plantio. O plantio foi mecanizado, conforme a experiência da usina o número de gemas por metro, conforme as recomendações para a respectiva variedade.

A irrigação foi realizada por um Pivô central, modelo PC 08-64/03-647/01-646/L4 + AC, em aço galvanizado, baixa pressão, com 12 torres de sustentação, com uma área total irrigada de 139,31 ha, velocidade de 268 m h⁻¹ na última torre, aplica uma lâmina bruta mínima para uma volta a 100% de 1,35 mm. A tubulação adutora possui 800 m de comprimento, com diâmetro de 162,2 mm feito em PVC de 150/60. Pressurizado por uma bomba simples, modelo ITA 100-400, com vazão prevista de 128,99 m³ h⁻¹, e pressão prevista de 63,90 mca, rotação de

1750 rpm e potência do motor de 47,49 CV. O monitoramento da lâmina de irrigação foi realizada de acordo com a experiência da Usina Raízen.

Os resultados foram submetidos à análise da variância pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade, e em casos de significância, foi realizada análise de regressão para os níveis de adubação nitrogenada e para os níveis de adubação com zinco, utilizando-se o software estatístico SISVAR® (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A largura de folha da cana-de-açúcar (variedade IACSP 95-5000) em função das doses de nitrogênio, em cana-soca se adequou a um modelo linear, com R^2 de 93,4% (Figura 1A); conforme a equação de regressão obteve-se um acréscimo de 4,3% na largura de folha, para cada aumento de 60 kg ha^{-1} de nitrogênio. Comparando a dose de nitrogênio de 0 e 180 kg ha^{-1} , observa-se uma diferença na largura de folha em relação a essas doses de nitrogênio de 12,9%. A largura de folha da cana-de-açúcar (variedade IACSP 95-5000), também indicou um acréscimo de $0,00004 \text{ m}$ para cada incremento de 1 kg ha^{-1} de nitrogênio, alcançando na dose de nitrogênio de 180 kg ha^{-1} a largura de folha de aproximadamente $0,058 \text{ m}$.

Em condições de estresses ambientais, genótipos sensíveis seriam mais prejudicados por reduzirem sua massa de folhas, largura e comprimento de folha e conseqüentemente sua área foliar, além desses fatores, a deficiência de nitrogênio também pode reduzir a capacidade fotossintética (Meinzer & Zhu 1998; Inmam-Bamber, 2004; Wahid, 2004; Oliveira et al., 2007).

A largura de folha da cana-de-açúcar (variedade IACSP 95-5000) em função das doses de zinco, em cana-soca se adequou a um modelo linear, com R^2 de 96,8%, conseqüentemente apenas 3,23% das variações da largura de folha não são explicadas pela variação das doses de zinco (Figura 1B); conforme a equação de regressão obteve-se um acréscimo de 3,14% na largura de folha, para cada aumento de $2,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de zinco. Comparando a dose de zinco de 0 e 10 kg ha^{-1} , observa-se uma diferença na largura de folha em relação a essas doses de zinco de 12,6%. A largura de folha da cana-de-açúcar (variedade IACSP 95-5000), também indicou um acréscimo de $0,0007 \text{ m}$ para cada incremento de 1 kg ha^{-1} de zinco, alcançando na dose de zinco de 10 kg ha^{-1} a largura de folha de aproximadamente $0,056 \text{ m}$.

O comprimento de folha da cana-de-açúcar (variedade IACSP 95-5000) em função das doses de nitrogênio, em cana-soca se adequou a um modelo linear, com R^2 de 90,9% (Figura 2A); conforme a equação de regressão obteve-se um acréscimo de 2,62% no comprimento de folha, para cada aumento de 60 kg ha^{-1} de nitrogênio. Comparando a dose de nitrogênio de 0 e

180 kg ha⁻¹, observa-se uma diferença no comprimento de folha em relação a essas doses de nitrogênio de 7,86%. O comprimento de folha da cana-de-açúcar (variedade IACSP 95-5000), também indicou um acréscimo de 0,0007 m para cada incremento de 1 kg ha⁻¹ de nitrogênio, alcançando na dose de nitrogênio de 180 kg ha⁻¹ o comprimento de folha de aproximadamente 1,6 m.

O período de maior suscetibilidade ao déficit hídrico é o de rápido desenvolvimento da cultura, quando as plantas apresentam grande área foliar (maior largura e comprimento de folha) e necessitam de maior quantidade de água para a realização de troca de gases com a atmosfera (Machado et al., 2009; Pires et al., 2008).

O comprimento de folha da cana-de-açúcar (variedade IACSP 95-5000) em função das doses de zinco, em cana-soca se adequou a um modelo linear, com R² de 95,5%, conseqüentemente apenas 4,53% das variações do comprimento de folha não são explicadas pela variação das doses de zinco (Figura 2B); conforme a equação de regressão obteve-se um acréscimo de 3,62% no comprimento de folha, para cada aumento de 2,5 kg ha⁻¹ de zinco. Comparando a dose de zinco de 0 e 10 kg ha⁻¹, observa-se uma diferença na comprimento de folha em relação a essas doses de zinco de 14,5%. O comprimento de folha da cana-de-açúcar (variedade IACSP 95-5000), também indicou um acréscimo de 0,023 m para cada incremento de 1 kg ha⁻¹ de zinco, alcançando na dose de zinco de 10 kg ha⁻¹ o comprimento de folha de aproximadamente 1,57 m.

A área foliar da cana-de-açúcar (variedade IACSP 95-5000) em função das doses de nitrogênio, em cana-soca se adequou a um modelo linear, com R² de 91,5% (Figura 3A); conforme a equação de regressão obteve-se um acréscimo de 10,98% no área foliar, para cada aumento de 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Comparando a dose de nitrogênio de 0 e 180 kg ha⁻¹, observa-se uma diferença na área foliar em relação a essas doses de nitrogênio de 32,9%. A área foliar da cana-de-açúcar (variedade IACSP 95-5000), também indicou um acréscimo de 0,0018 m² para cada incremento de 1 kg ha⁻¹ de nitrogênio, alcançando na dose de nitrogênio de 180 kg ha⁻¹ a área foliar de aproximadamente 0,98 m².

Resultados encontrados por Pincelli (2010) indicaram redução da área foliar sob deficiência hídrica em todas as cultivares, de forma similar Silva et al. (2015) avaliaram o número de folhas e a área foliar da cana-de-açúcar, submetida fertirrigação com nitrogênio nas condições de cana-planta e soca, onde verificaram que a reposição hídrica apresentou maior efeito para área foliar e o nitrogênio para número de folhas em condições de cana-planta.

A área foliar da cana-de-açúcar (variedade IACSP 95-5000) em função das doses de zinco, em cana-soca se adequou a um modelo linear, com R² de 91,6% (Figura 3B); conforme

a equação de regressão obteve-se um acréscimo de 7,9% na área foliar, para cada aumento de 2,5 kg ha⁻¹ de zinco. Comparando a dose de zinco de 0 e 10 kg ha⁻¹, observa-se uma diferença na área foliar em relação a essas doses de zinco de 31,5%. A área foliar da cana-de-açúcar (variedade IACSP 95-5000), também indicou um acréscimo de 0,03 m² para cada incremento de 1 kg ha⁻¹ de zinco, alcançando na dose de zinco de 10 kg ha⁻¹ a área foliar de aproximadamente 0,92 m².

CONCLUSÕES

O aumento da dose de fertirrigação com nitrogênio e zinco promove incrementos na área foliar, largura e comprimento de folha da cana-de-açúcar (variedade IACSP 95-5000) em cana-soca.

A largura e comprimento de folha da cana-de-açúcar (variedade IACSP 95-5000) em cana-soca fertirrigada com 180 kg ha⁻¹ de nitrogênio e 10 kg ha⁻¹ de zinco proporciona incrementos médios de 12%.

A área foliar da cana-de-açúcar (variedade IACSP 95-5000) em cana-soca fertirrigada com 180 kg ha⁻¹ de nitrogênio e 10 kg ha⁻¹ de zinco mostra incrementos de 17%.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e ao Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, pelo apoio financeiro e estrutural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solo. Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. 3.ed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2013. 353p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

INMAN-BAMBER, N.G. Sugarcane water stress criteria for irrigation and drying off. *Field Crops Research*, 89: 107-122. 2004.

KÖPPEN, W. Köppen climate classification. Geography about. 2013. Disponível em: <<http://geography.about.com/library/weekly/aa011700b.htm> >. Acessado em: 2 Fevereiro. 2017.

MACHADO, R. S.; RIBEIRO, R. V.; MARCHIORI, P. E. R.; MACHADO, D. F. S. P.; MACHADO, E. C.; LANDELL, M. G. A. Respostas biométricas e fisiológicas ao déficit hídrico em cana-de-açúcar em diferentes fases fenológicas. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.44, n.12, p.1575-1582, dez. 2009.

MANTELATTO, P. E. Estudo do processo de cristalização de soluções impuras de sacarose de cana-de-açúcar por resfriamento. Dissertação – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2005, 272 p.

MEINZER, F.C. & J. ZHU. Nitrogen stress reduces the efficiency of the C4 CO2 concentrating system, and therefore quantum yield, in *Saccharum* (sugarcane) species. *Journal of Experimental Botany*, 49: 1227-1234. 1998.

OLIVEIRA, R. A.; DAROS, E.; ZAMBON, J. L. C.; WEBER, H.; IDO, O. T.; BESPALHOK-FILHO, J. C.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; SILVA, D. K. T. Área foliar em três cultivares de cana-de-açúcar e sua correlação com a produção de biomassa. Goiânia-GO, Brasil. *Pesq Agropec Trop* 37(2): 71-76. 2007.

OLIVEIRA, R. A.; DAROS, E.; ZAMBON, J. L. C.; WEBER, H.; IDO, O. T.; BESPALHOK-FILHO, J. C.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; SILVA, D. K. T. Área foliar em três cultivares de cana-de-açúcar e sua correlação com a produção de biomassa. *Pesq Agropec Trop* 37(2): 71-76, jun. 2007.

PINCELLI, R. P. Tolerância à deficiência hídrica em cultivares de cana-de-açúcar avaliada por meio de variáveis morfofisiológicas. 65 f. 2010. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2010.

PIRES, R. C. M.; ARRUDA, F. B.; SAKAI, E. Irrigação e Drenagem. In: DINARDOMIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M. DE; LANDELL, M. G. DE A. (Eds.). *Cana-de-açúcar*. Campinas: Instituto Agrônomico, 2008.

SEBRAE. Ponto de Partida para Início de Negócio - Cultivo de cana-de-açúcar. Serviço de apoio às micro e pequenas empresas de Minas Gerais. Minas Gerais, 2007. Disponível em: <http://www.sebraemg.com.br/geral/busca_1st.aspx> Acesso em: 01 jan. 2017.

SILVA, N. F.; CUNHA, F. N.; TEIXEIRA, M. B.; SOARES, F. A. L.; MOURA, L. C. Crescimento vegetativo da cana-de-açúcar submetida a lâminas de irrigação e fertirrigação nitrogenada via gotejamento subsuperficial. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada* v.9, n.º.2, p. 79 - 90, 2015.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. (Eds). 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica/Embrapa-CPA, 2004. 416 p.

WAHID, A. Analysis of toxic and osmotic effects of sodium chloride on leaf growth and economic yield of sugarcane. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 45: 133-141. 2004.

Tabela 1. Características químicas, físico-hídricas, granulometria e classificação textural do solo da área experimental

Camada (m)	pH CaCl ₂	M.O. (g dm ⁻³)	P (mg dm ⁻³)	S (mg dm ⁻³)	K (mmolc dm ⁻³)	Ca (mmolc dm ⁻³)	Mg (mmolc dm ⁻³)	Al (mmolc dm ⁻³)	H+Al (mmolc dm ⁻³)	CTC	V (%)
0-0,10	5,6	84	23	6,0	7,5	28	15	<1	25	75,5	67
0,10-0,20	5,8	76	16	8,0	7,0	25	15	<1	22	69,0	68
0,20-0,40	5,3	55	5	98	6,8	10	6,0	<1	25	47,8	48
Camada (m)	B (mg dm ⁻³)		Cu (mg dm ⁻³)		Fe (mg dm ⁻³)		Mn (mg dm ⁻³)		Zn (mg dm ⁻³)		
0-0,10	0,22		1,2		65		3,6		1,2		
0,10-0,20	0,17		1,1		49		2,6		1,1		
0,20-0,40	0,20		0,9		23		0,7		0,2		
Camada (m)	Granulometria (g kg ⁻¹)			CC (%)	PMP (%)	Classificação textural					
	Areia	Silte	Argila								
0-0,10	96	82	822	46,3	22,6	Muito argiloso					
0,10-0,20	97	82	822			Muito argiloso					
0,20-0,40	85	71	845	45,8	22,6	Muito argiloso					

¹CC – Capacidade de campo; PMP – ponto de murcha permanente; P, K, Ca e Mg: Resina; S: Fosfato de cálcio 0,01 mol L⁻¹; Al: KCl 1 mol L⁻¹; H+Al: SMP; B: água quente; Cu, Fe, Mn e Zn: DTPA; M.O - Matéria Orgânica; pH - em CaCl₂; CTC - Capacidade de troca de cátions; V - Saturação da CTC por bases.

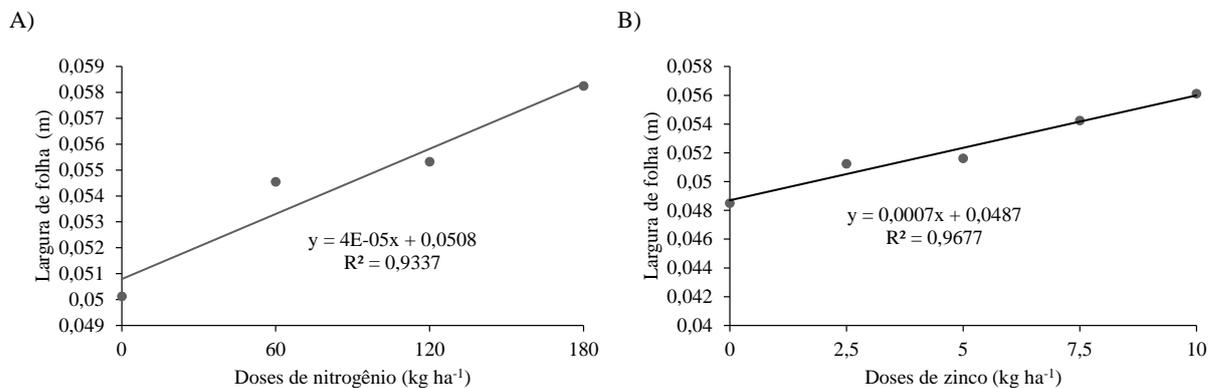


Figura 1. Largura de folha da cana-de-açúcar em cana-soca em função das doses de nitrogênio (A) e de zinco (B).

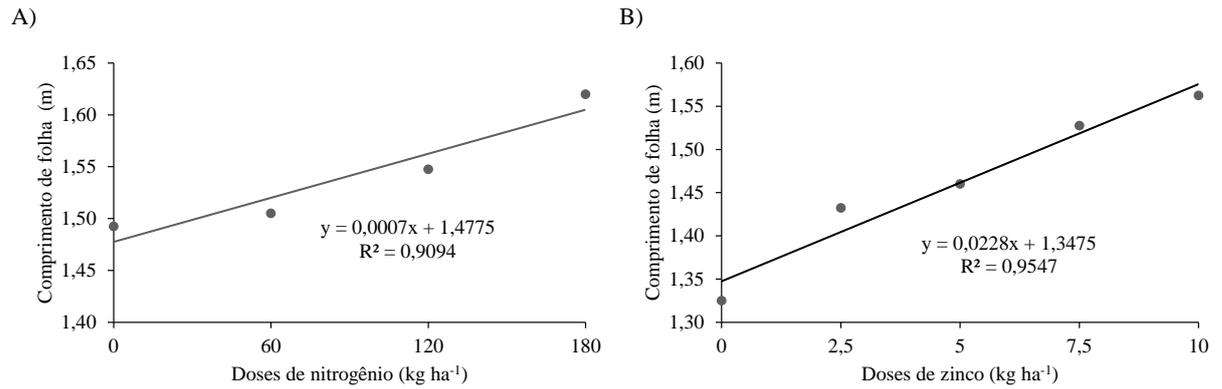


Figura 2. Comprimento de folha da cana-de-açúcar em cana-soca em função das doses de nitrogênio (A) e de zinco (B).

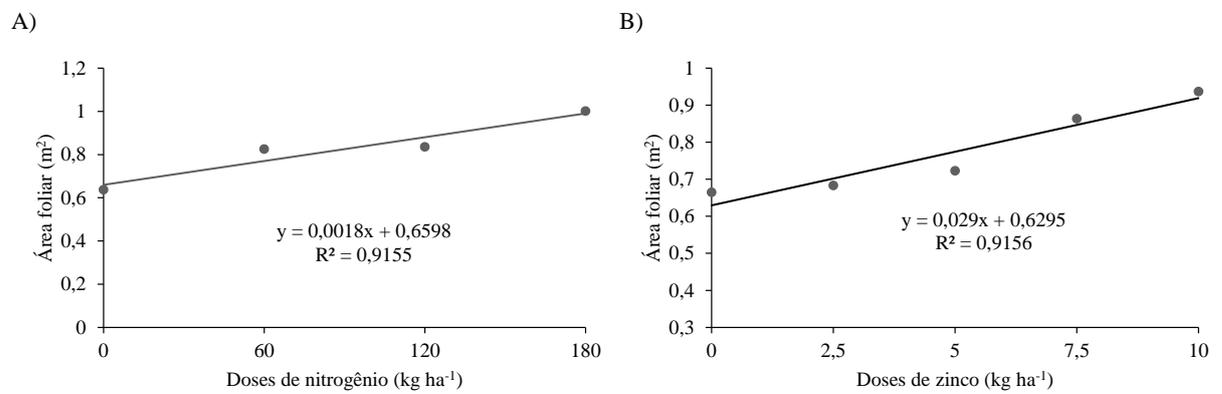


Figura 3. Área foliar da cana-de-açúcar em cana-soca em função das doses de nitrogênio (A) e de zinco (B).