



PRODUTIVIDADE E BIOMASSA DO COLMO DA CANA-DE-AÇÚCAR SOB FERTIRRIGAÇÃO COM NITROGÊNIO E ZINCO

L. O. Fernandes¹, F. N. Cunha², M. B. Teixeira³, V. M. Vidal⁴, W. A. Morais⁵,
F. H. F. Gomes⁶

RESUMO: Objetivou-se avaliar a produtividade 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 produtividade e a massa seca de colmo. 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 produtividade da cana-de-açúcar fertirrigada com 10 kg ha⁻¹ de Zn e 180 kg ha⁻¹ de N apresenta aumento de 14%.

PALAVRAS-CHAVE: *Saccharum officinarum*, rendimento, fertilizante

PRODUCTIVITY AND BIOMASS OF THE CULM OF SUGARCANE UNDER FERTIRRIGATION WITH NITROGEN AND ZINC

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

¹Acadêmica de Engenharia de Alimentos, Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, Rodovia Sul Goiana, Km 01, CEP: 75.901-170, Rio Verde – GO, e-mail: larissa1996fernandes@hotmail.com

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

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

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

⁵Doutor em Ciências Agrárias – Agronomia, IFGoiano – Campus Rio Verde, e-mail: wilker.alves.morais@gmail.com

⁶Mestrando em Ciências Agrárias - Agronomia, IFGoiano – Campus Rio Verde, e-mail: flaviohenriquefg@hotmail.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 productivity and dry mass of culm. 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 productivity of fertirrigated sugarcane with 10 kg ha⁻¹ of Zn and 180 kg ha⁻¹ of N shows an increase of 14%.

KEYWORDS: *Saccharum officinarum*, yield, fertilizer

INTRODUÇÃO

O uso da irrigação e da fertirrigação são tecnologias bastante benéficas, pois proporcionam melhor desenvolvimento das plantas além disso a cana-de-açúcar produz uma grande quantidade de biomassa, requerendo entradas substanciais de água e nitrogênio para alcançar elevadas produtividades (Wiedenfeld, 2000; Dantas Neto et al., 2006; Farias et al., 2008).

Na aplicação de nitrogênio é que a fertirrigação tem sido mais empregada (Quintana, 2010), entretanto os resultados obtidos com a fertirrigação de N na cultura da cana-de-açúcar ainda são bastante contraditórios.

De acordo com Villas Bôas et al. (2001), embora o emprego da fertirrigação no Brasil já esteja consolidado em diversas regiões, seu principal problema está associado ao manejo incorreto desta técnica, devido à falta de informações adequadas e/ou utilização de forma empírica.

O solo, pobre em zinco, dificulta o crescimento e o desenvolvimento da cultura, tornando-se este, um dos fatores limitantes à produção (Alloway, 2004).

Objetivou-se, assim avaliar a produtividade 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.

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 através do software IRRIGER[®]. O software utiliza o método de Penman-Monteith, adaptado por Allen et al. (1989) para a estimativa da evapotranspiração em escala diária, com os dados micrometeorológicos de radiação solar, temperatura do ar, velocidade do vento e umidade relativa do ar.

A produtividade de colmo (PC) foi determinada através da pesagem total dos colmos e ponteiros presentes nas respectivas subparcelas, quantificado o peso dos colmos e ponteiros presentes em 2 m das duas linhas centrais. Para tanto, realizou-se o corte o mais rente possível do solo. Os colmos foram então despilhados e tiveram o ponteiro destacado. Em seguida, foram pesados em balança digital tipo gancho (precisão = 0,02 kg), com capacidade de 50 kg. Foram avaliados a massa seca de colmo e a produtividade.

Os dados 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 MSC 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 acima de 88% (Figura 1A); conforme a equação de regressão obteve-se um acréscimo de 5,9, 6,9, 6,5, 6,2 e 6,6% na MSC, para cada aumento de 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio, nas doses de zinco de 0, 2,5, 5,0, 7,5 e 10 kg ha⁻¹, respectivamente. Comparando a dose de nitrogênio de 0 e 180 kg ha⁻¹, observa-se uma diferença na MSC em relação a essas doses de nitrogênio de 17,8, 20,7, 19,6, 18,6 e 19,9%, nas doses de zinco de 0, 2,5, 5,0, 7,5 e 10 kg ha⁻¹, respectivamente. A MSC da cana-de-açúcar (variedade IACSP 95-5000), também indicou um acréscimo 0,001 kg para cada incremento de 1 kg ha⁻¹ de nitrogênio, na dose de nitrogênio de 180 kg ha⁻¹, com 10 kg ha⁻¹ de zinco. Gava et al. (2003) verificaram que do nitrogênio na planta proveniente da fonte marcada uréia-15N, 26% foi acumulado nas folhas secas, 30% no ponteiro e 44% no colmo.

A MSC 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 acima de 87% (Figura 1B); conforme a equação de regressão obteve-se um acréscimo de 4,1, 2,2, 2,8 e 3,3% na MSC, para cada aumento de 2,5 kg ha⁻¹ de zinco, nas doses de nitrogênio de 0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹, respectivamente. Comparando a dose de zinco de 0 e 10 kg ha⁻¹, observa-se uma diferença na

MSC em relação a essas doses de zinco de 16,5, 8,9, 11,4 e 13,1%, nas doses de nitrogênio de 0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹, respectivamente.

A produtividade 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 acima de 82% (Figura 2A); conforme a equação de regressão obteve-se um acréscimo de 8,7, 6,6, 6,9, 6,1 e 4,6% na produtividade, para cada aumento de 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio, nas doses de zinco de 0, 2,5, 5,0, 7,5 e 10 kg ha⁻¹, respectivamente. Comparando a dose de nitrogênio de 0 e 180 kg ha⁻¹, observa-se uma diferença na produtividade em relação a essas doses de nitrogênio de 26,2, 19,8, 20,6, 18,3 e 13,7%, nas doses de zinco de 0, 2,5, 5,0, 7,5 e 10 kg ha⁻¹, respectivamente. A produtividade da cana-de-açúcar (variedade IACSP 95-5000), também indicou um acréscimo 0,14, 0,12, 0,14, 0,13 e 0,11 t ha⁻¹ para cada incremento de 1 kg ha⁻¹ de nitrogênio, nas doses de zinco de 0, 2,5, 5,0, 7,5 e 10 kg ha⁻¹, respectivamente.

Orlando Filho et al. (1999) avaliando o efeito cumulativo de adubações com doses crescentes de N na produtividade da cana-planta e três socas consecutivas, obteve aumento de 20 e 30% para doses de 60 e 120 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, em relação à testemunha; com isso pode-se observar que o manejo inadequado de um canavial, especialmente da adubação nitrogenada, pode resultar tanto em redução da produtividade da cultura quanto na sua longevidade (Vitti et al., 2007).

A produtividade 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 acima de 97% (Figura 2B); conforme a equação de regressão obteve-se um acréscimo de 10,1, 10,1, 9,9 e 7,9% na produtividade, para cada aumento de 2,5 kg ha⁻¹ de zinco, nas doses de nitrogênio de 0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹, respectivamente. A produtividade da cana-de-açúcar (variedade IACSP 95-5000), também indicou um acréscimo 5, 5,3, 5,4 e 4,7 t ha⁻¹ para cada incremento de 1 kg ha⁻¹ de zinco, nas doses de nitrogênio de 0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹, respectivamente.

A adubação tem impacto significativo nos custos de produção da cana-de-açúcar, sendo responsável por até 25% destes custos, conseqüentemente uma das maiores limitações para o aumento da produtividade média da cana-de-açúcar, é a disponibilidade de nutrientes nos solos (Trivelin, 2000; Marafon; Endres, 2011; Esperancini et al., 2015).

CONCLUSÕES

A massa seca de colmo da cana-de-açúcar (variedade IACSP 95-5000) em cana-soca é elevada em até 20,7% com a fertirrigação de nitrogênio e zinco.

A produtividade da cana-de-açúcar (variedade IACSP 95-5000) em cana-soca fertirrigada com 10 kg ha⁻¹ de zinco e 180 kg ha⁻¹ de nitrogênio apresenta aumento de 14%.

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

ALLEN, R.G.; JENSEN, M.E.; WRIGHT, J.L.; BURMAN, R.D. Operational estimates of reference evapotranspiration. *Agronomy Journal*, 81:650-662, 1989.

ALLOWAY, B. J. Zinc in soils and crop nutrition. International Zinc Association (IZA), Belgica, 116 p. 2004.

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.

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.

ESPERANCINI, M.S.T; AFONSO, P.F.N; GAVA, G.J.C, VILLAS BOAS, R.L. Dose ótima econômica de nitrogênio em cana-de-açúcar aplicada via fertirrigação por gotejamento. *Irriga*, Botucatu, Edição Especial, 20 anos Irriga + 50 anos FCA, p. 28-39, 2015.

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.

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

GAVA, G. J. C.; TRIVELIN, P. C. O.; VITTI, A. C.; OLIVEIRA, M. W. Recuperação do nitrogênio (15N) da uréia e da palhada por soqueira de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). *R. Bras. Ci. Solo*, 27:621-230, 2003.

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

MARAFON, A. C.; ENDRES, L. Adubação silicatada em cana-de-açúcar. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2011. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/914935>. Acesso em: 21 jan. 2017.

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, v.17, p.39-41, 1999.

QUINTANA, K. A. Irrigação e fertirrigação por gotejamento para cana-de-açúcar na presença e ausência de boro. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Câmpus de Jaboticabal. Jaboticabal – São Paulo – Brasil, 2010.

RAIJ, B. van; Fertilidade do solo e adubação. Ed. Ceres, Piracicaba, POTAFOS, 1991, 343p.

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

TRIVELIN, P. C. O. Utilização do nitrogênio pela cana-de-açúcar: três casos estudados com o uso do traçador 15N. 2000. 143 f. Tese (Livre-Docência) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

VILLAS BÔAS, R. L.; ANTUNES, C. L., BOARETTO, A. E.; SOUSA, V. F. de; DUENHAS, L. H. Perfil da pesquisa e emprego da fertirrigação no Brasil. In: FERTIRRIGAÇÃO. Folegatti, M. V. (coord.) Guaíba, Agropecuária, v. 2, p. 71-103, 2001.

VITTI, A. C.; TRIVELIN, P. C. O.; GAVA, G. J. C.; PENATTI, C. P.; BOLOGNA, I. R.; FARONI, C. E.; FRANCO, H. C. J. Produtividade da cana-de-açúcar relacionada ao nitrogênio residual da adubação e do sistema radicular. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.42, n.2, p.249-256, fev. 2007.

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

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 (mmol _c dm ⁻³)	Ca (mmol _c dm ⁻³)	Mg (mmol _c dm ⁻³)	Al (mmol _c dm ⁻³)	H+Al (mmol _c 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.

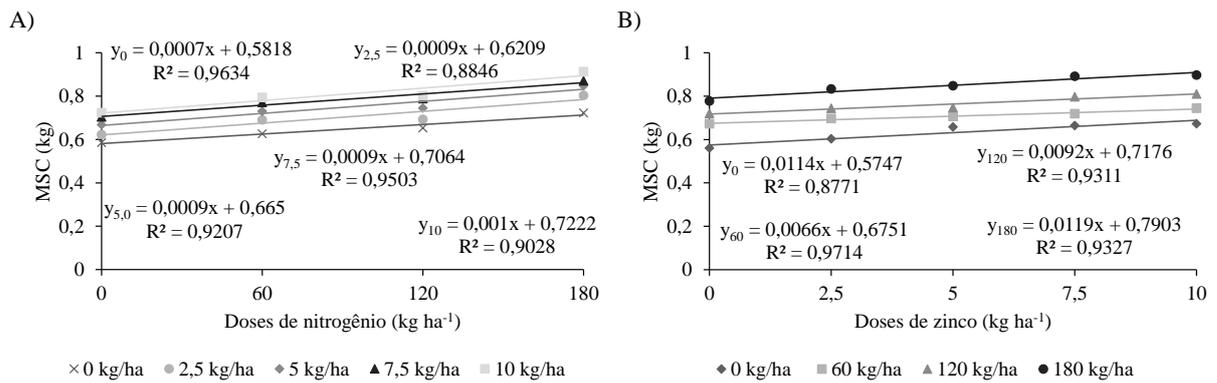


Figura 1. Massa seca de colmo da cana-de-açúcar em cana-soca em função das doses de nitrogênio (A) e de zinco (B).

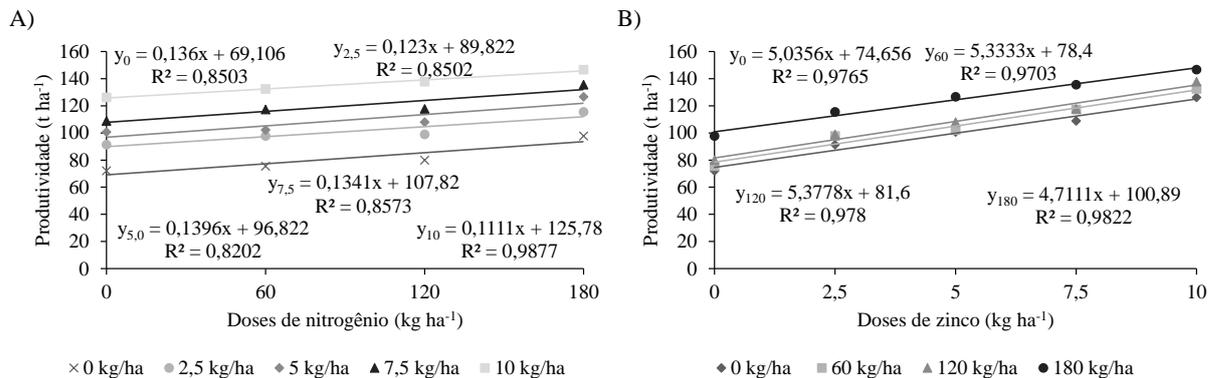


Figura 2. Produtividade da cana-de-açúcar em cana-soca em função das doses de nitrogênio (A) e de zinco (B).