



INOCULANTE ASSOCIADO À DOSES DE N EM CANA-DE-AÇÚCAR

Miriam Büchler Tarumoto¹; Otavio Bagio Rossato²; Carlos Alexandre Costa Crusciol³

RESUMO

Apesar da grande quantidade demandada de N, a cultura da cana-de-açúcar apresenta uma baixa resposta à adubação nitrogenada, sugerindo que a interação de alguns microrganismos diazotróficos endofíticos com as plantas seja um sistema natural de reposição do N exportado anualmente dos solos pela colheita. A falta de informações consistentes sobre a melhor época de inoculação em cana-soca e a necessidade de N que o inoculante é capaz de suprir conduziu ao objetivo de avaliar o efeito de modalidades de aplicação de inoculante, associado a doses de N, sobre o crescimento e produtividade de soqueira de cana-de-açúcar. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições e os tratamentos compostos por duas épocas de inoculação (na linha no momento da colheita e foliar 48 dias após a colheita) e ausência de inoculante, combinada a doses de N (0, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹) durante o terceiro corte da variedade RB86-7515. Foram avaliadas características de crescimento, parâmetros tecnológicos, produtividade de colmos e produção de açúcar. A aplicação de inoculante aos 48 dias após a colheita da cana-de-açúcar associada à dose de 60 kg ha⁻¹ de N propiciou a maior altura, produtividade de colmos e açúcar.

Palavras-chave: *Saccharum* spp.; Bactérias diazotróficas; fertilização nitrogenada.

INOCULANT ASSOCIATED TO N DOSES IN SUGARCANE

SUMMARY

Despite the large quantity demanded of N, the culture of sugarcane has a low response to nitrogen fertilization, suggesting that the interaction of some diazotrophics endophytic microorganisms with plants is a natural system of replacement of N exported annually soil by harvest. The lack of consistent information on the best inoculant application time in ratoon and the need of N inoculant that is able to supply led to purpose of evaluate the effect of inoculant application modalities, associated with nitrogen levels on the growth and productivity of ratoon sugarcane. The experimental design was a randomized block with four replications and treatments consisted of two timing inoculant application (in line at harvest and on leaf 48 days after harvest) and no inoculant, combined with N rates (0, 60, 90 and 120 kg ha⁻¹) on the ratoon of the variety RB86-7515. Growth characteristics, technological parameters, cane yield and sugar production were

¹ Mestranda FCA-UNESP miriamtarumoto@gmail.com; ² Pós-doutorando FCA-UNESP; ³ Docente FCA-UNESP; ^{1,2,3} Fazenda Lageado Rua José Barbosa de Barros, nº 1780 CEP 18.610-307 - Botucatu, SP

evaluated. The inoculant application 48 days after the harvest of sugarcane associated with the dose of 60 kg ha⁻¹ N led to greater height, cane yield and sugar production.

Key-words: *Saccharum* spp.; Diazotrophic bacterias; nitrogen fertilization.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o setor sucroalcooleiro enfrentou problemas político-econômico-ambientais, como queimadas, produção e estabelecimento de preços de produtos finais, porém na atual safra enfrenta problemas climáticos, como o período de seca na época de pleno desenvolvimento, podendo acarretar em perda de produtividade.

A área cultivada com cana-de-açúcar na safra 2014/15 foi estimada em aproximadamente 9.130,1 mil hectares, distribuída em todos estados produtores conforme suas características e determinações de zoneamento agrícola (CONAB, 2014).

O nitrogênio (N) exerce papel fundamental no metabolismo das plantas, notadamente na síntese de proteínas. A cana-planta, pode acumular de 180 a 250 kg ha⁻¹ de N, e nos ciclos seguintes, de 120 a 180 kg ha⁻¹ de N, para alcançar o teto produtivo de 100 Mg ha⁻¹ de colmos (Orlando Filho et al., 1980; Sampaio et al., 1984). Embora a quantidade demandada de N seja alta, a cultura apresenta baixa resposta à adubação nitrogenada, sugerindo a interação de microrganismos diazotróficos endofíticos com as plantas como um sistema natural de reposição do N exportado anualmente dos solos através da colheita. Além de compor parte significativa no custo de produção, os fertilizantes nitrogenados são a maior fonte de poluição ambiental dos sistemas agrícolas (Machado & Magnavaca, 1991).

Os estudos sobre a fixação biológica de nitrogênio (FBN) associada à cana-de-açúcar, atualmente, tem se intensificado e bactérias fixadoras de N₂ foram isoladas de tecidos de partes da planta (Baldani et al., 2002). Porém, restam dúvidas sobre as bactérias poderiam ser as principais responsáveis pelo potencial FBN desta cultura. Dados da literatura mostram que a contribuição FBN associada às plantas de cana-de-açúcar cultivadas no campo e sem inoculação varia de 0 a 70%, conforme demonstrado por medições realizadas através da técnica de abundância natural de delta ¹⁵N e da técnica de diluição isotópica de ¹⁵N (Polidoro et al., 2002; Urquiaga et al., 1992). Apesar do conhecimento quanto a influência das variedades e das condições de fertilidade do solo na FBN em cana-de-açúcar (Boddey et al., 2001), pouco se sabe sobre o potencial da inoculação de bactérias diazotróficas endofíticas nesta cultura, principalmente quanto a forma e época de inoculação.

Visando atender essa demanda, cientistas da Embrapa Agrobiologia (Seropédica/RJ) desenvolveram inoculante composto por bactérias diazotróficas isoladas de cinco espécies isoladas de canas brasileiras: *Gluconacetobacter diazotrophicus*, *Herbaspirillum seropedicae*, *H. rubrisubalbicas*, *Azospirillum amazonense* e *Burkholderia tropica*. Porém faltam informações consistentes sobre a melhor época de inoculação em cana-soca e a necessidade de N que o inoculante é capaz de suprir.

OBJETIVO

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de modalidades de inoculação, associado a doses de N, sobre o crescimento e produtividade de soqueira de cana-de-açúcar.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no dia 16 de dezembro de 2009 e conduzido na safra 2009/2010 no município de Lençóis Paulista – São Paulo, latitude 22°46'S, longitude 48°50'W e altitude de 630 m. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima predominante na região é do tipo Cwa. É caracterizado pelo clima tropical de altitude, com inverno seco e verão quente e chuvoso (Lombardi Neto & Drugowich, 1994). O experimento foi instalado em Latossolo Vermelho (Embrapa, 1999), sob ambiente D, cuja as características químicas estão contidas na Tabela 1.

Tabela 1. Resultado da análise química do solo nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm do local do experimento.

Prof. cm	pH CaCl ₂	P res mg dm ⁻³	M.O.	K	Ca	Mg	H	Al	H+Al	SB	T	V%
							mmolc dm ⁻³					
0-20	4,6	14	35	2,7	20	9	38	0	38	31,7	69,7	45,5
20-40	4,1	12	33	2,5	13	6	38	2	40	21,5	61,5	35,0

A variedade RB 86-7515 foi conduzida durante o terceiro corte em parcelas de 6 linhas com 1,1 m entre linhas e 8 m de comprimento.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por ausência de inoculante e duas épocas de aplicação de inoculante (na linha no momento da colheita e foliar 48 dias após a colheita), combinada a doses de N (0, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹).

A inoculação foi realizada através de pulverização com jato dirigido de 120 L ha⁻¹ de volume de calda composta por 0,1 L ha⁻¹ de p.c. (inoculante), para cada uma das 5 bactérias, totalizando a dose de 0,5 L ha⁻¹. O nitrogênio foi aplicado logo após a colheita na forma de Nitrato de Amônio (32% de N).

O manejo de cultura foi realizada de acordo com as técnicas empregadas pela Empresa.

Foram realizadas as avaliações de altura de plantas, diâmetro e número de colmos por metro; parâmetros tecnológicos (Pol, Pureza, Fibra e ATR); produtividade de colmos e de açúcar.

Os dados foram submetidos à análise de variância a 10% de significância. As médias dos tratamentos foram submetidas ao teste de médias LSD a 10% de probabilidade para as épocas de aplicação e o ajuste de regressão para as doses de N.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatou-se a maior altura de plantas na aplicação de inoculante aos 48 dias após a colheita na dose de N de 60 kg ha⁻¹ (Figura 1).

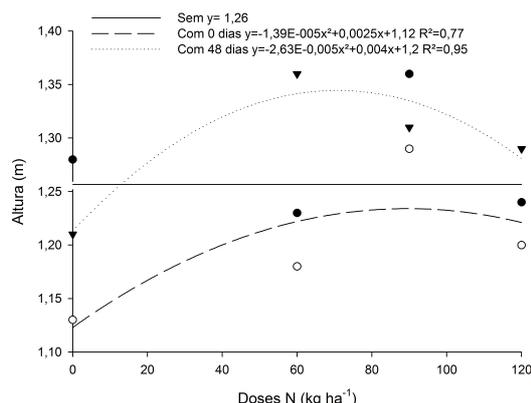


Figura 1. Altura de plantas em cana-de-açúcar submetida a doses de N e épocas de inoculação, Lençóis Paulista, SP, 2010.

Na dose de 120 kg ha⁻¹ observou-se aumento no diâmetro quando aplicado inoculante logo após a colheita da cana-de-açúcar (Tabela 2).

Estudos mostram que a resposta à inoculação é bastante variável e parece ser dependente de vários fatores como o genótipo da planta e o ambiente de produção, conforme observado por Canuto et al. (2003).

O desdobramento do fator inoculação dentro das doses de N (Tabela 2) mostrou aumento de número de colmos na aplicação das duas maiores doses de N (90 e 120 kg ha⁻¹) quando não houve aplicação do inoculante.

Tabela 2. Diâmetro de colmos e número de colmos por metro em cana-de-açúcar submetida a doses de N e épocas de inoculação, Lençóis Paulista, SP, 2010.

Doses de Nitrogênio	Época de inoculação		
	Sem	Com - 0 dias	Com - 48 dias
Diâmetro (mm)			
0	27,35 A	27,50 A	30,10 A
60	26,75 A	27,43 A	28,93 A
90	28,57 A	27,50 AB	26,50 B
120	25,00 B	28,70 A	25,87 B
Média	26,92	27,78	27,85
CV%	3,77		
Nº colmos m ⁻¹			
0	15,8 A	15,0 A	15,3 A
60	12,4 A	13,8 A	12,3 A
90	16,3 AB	17,0 A	14,3 B
120	19,5 A	16,0 A	15,2 A
Média	16,0	15,4	14,3
CV%	12,92		

Letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre si pelo teste LSD ($p < 0,1$)

Em avaliação de parâmetros tecnológicos (Pol, Pureza, Fibra, ATR) a interação dos fatores não foi significativa, não foram observadas diferenças entre as

épocas de inoculação e não apresentou ajuste na regressão para as doses de N (dados não apresentados).

Verificou-se maior produtividade de colmos e de açúcar na dose de 60 kg ha⁻¹ de N quando aplicado o inoculante aos 48 dias após a colheita concordando com os dados de altura de plantas e o encontrado por Silva et al. (2009) que em estudo da inoculação de formulados de estirpes de bactérias diazotróficas endofíticas com polímeros carboximetilcelulose e amido, constataram o aumento da produtividade de colmos da cultura da cana-de-açúcar, aos 11 meses após o plantio. Devido a cana-de-açúcar apresentar baixa resposta à fertilização nitrogenada, este fato pode ser justificado não só pelo suprimento de parte do nitrogênio pela bactéria e melhoria de aproveitamento do nutriente, como também por ocorrência de efeitos promotores de crescimento que podem ter beneficiado a produtividade.

Na aplicação do inoculante logo após a colheita as maiores produtividades de colmos (Figura 2A) e açúcar (Figura 2B) foram encontradas quando aplicado a maior dose de N (120 kg ha⁻¹). Em contraste com o encontrado por Shultz et al. (2012), o inoculante com bactérias diazotróficas promove incremento de desenvolvimento e produtividade similar à adição de 120 kg ha⁻¹ de N fertilizante à variedade de cana-de-açúcar RB867515, no presente trabalho quando não foi aplicado inoculante não foi possível o ajuste de equações de regressão mostrando que as doses de N não influenciaram a produtividade de cana-de-açúcar.

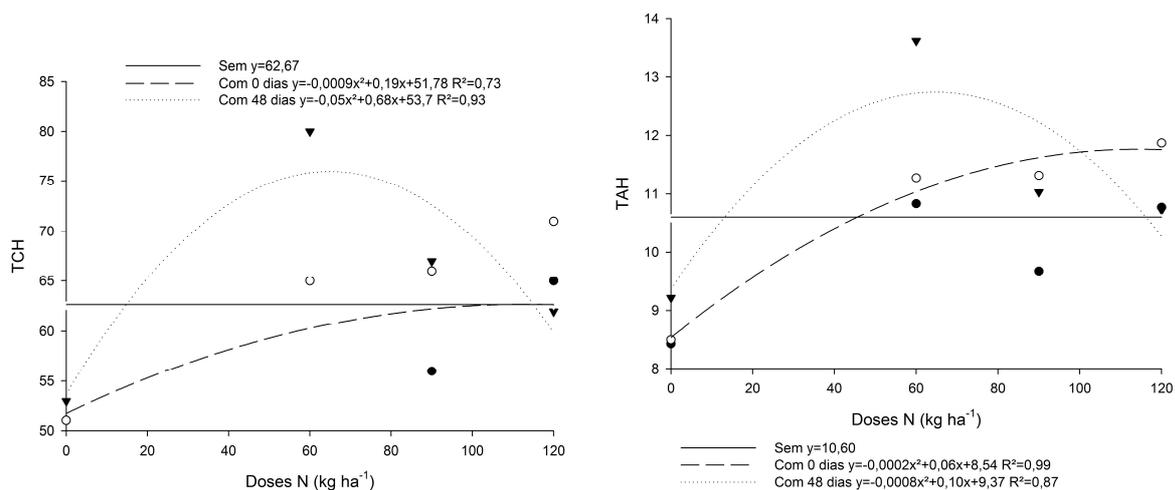


Figura 2. Produtividade de colmos –TCH (A) e açúcar – TAH (B) em cana-de-açúcar submetida a doses de N e épocas de aplicação de inoculante, Lençóis Paulista, SP, 2010.

Contudo, em muitos desses estudos os resultados acabam sendo pouco influenciados pelos fatores estudados, provavelmente, por estes sofrerem interferência da adubação realizada no ano anterior a instalação do experimento, com reflexo no vigor da soqueira de cana-de-açúcar (Malavolta, 1994; Orlando Filho et al., 1999; Trivelin et al., 2002).

CONCLUSÃO

A aplicação de inoculante aos 48 dias após a colheita da cana-de-açúcar associada à dose de 60 kg ha⁻¹ de N propiciou a maior altura, produtividade de colmos e açúcar.

BIBLIOGRAFIA

BALDANI, J. I.; REIS, V. M.; BALDANI, V. L. D. & DOBEREINER, J. A brief story of nitrogen fixation in sugarcane – reasons for success in Brazil. *Functional Plant Biology*, v.29, p.417-423, 2002.

BODDEY, R.M.; POLIDORO, J.C.; REZENDE, A.S.; ALVES, B.J.R. & URQUIAGA, S. Use of the ¹⁵N natural abundance technique for the quantification of the contribution of N₂ fixation to sugar cane and other grasses. *Australian Journal of Plant Physiology*, v.28, p.889-895, 2001.

CANUTO, E. de L.; SALLES, J.F.; OLIVEIRA, A.L.M.; PERIN, L.; REIS, V.M. & BALDANI, J.I. Respostas de plantas micropropagadas de cana-de-açúcar à inoculação de bactérias diazotróficas endofíticas. *Agronomia*, v.37, p.67-72, 2003.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira cana de açúcar Safra 2014/2015. Primeiro Levantamento. Abril/2014.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos. Rio de Janeiro: Embrapa-SPI/Embrapa-CNPS, 1999. 412 p.

LOMBARDI NETO, F. & DRUGOWICH, M.I. (Coord.). Manual técnico de manejo e conservação de solo e água. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1994. v.2.

MACHADO, A.T. & MAGNAVACA, R. Estresse Ambiental: o milho em perspectiva. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1991. 47p.

MALAVOLTA, E. Fertilizing for high yield sugarcane: nutrient and fertilizer management in sugarcane. Basel: I.P.I., 1994. 104p. (Bulletin, 14).

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.

ORLANDO FILHO, J.; HAG, H. P. & ZAMBELLO, E. JR. Crescimento e absorção de macro nutrientes pela cana-de-açúcar, variedade CB 41-76 em função de idade em solo do Estado de São Paulo. *Bol. Técnico nº 2*, 128p., Planalsucar, SP, 1980.

POLIDORO, J. C. O molibdênio na nutrição nitrogenada e na contribuição da fixação biológica do nitrogênio associada à cultura da cana-de-açúcar. *Seropédica-RJ, UFRRJ*, 185 p. Tese de Doutorado, 2002.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO I. H. & BETTANY, J. Dinâmica de nutrientes em cana-de-açúcar. I – Eficiência na utilização de uréia (¹⁵N) em aplicação única ou parcelada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v.19, p. 943 – 949, 1984.

SCHULTZ, N.; MORAIS, R.F.; SILVA, J.A.; BAPTISTA, R.B.; OLIVEIRA, R.P.; LEITE, J.M.; PEREIRA, W.; CARNEIRO JÚNIOR, J.B.; ALVES, B.J.R.; BALDANI, J.I.; BODDEY, R.M.; URQUIAGA, S. & REIS, V.M. Avaliação agrônômica de duas variedades de cana-de-açúcar inoculadas com bactérias diazotróficas e adubadas com nitrogênio. *Pesq. Agropec. Bras.*, 47:261-268, 2012.

TRIVELIN, P.C.O.; VITTI, A.C.; OLIVEIRA, M.W.; GAVA, G.J.C. & SARRIÉS, G.A. Utilização de nitrogênio e produtividade da cana-de-açúcar (cana-planta) em solo arenoso com incorporação de resíduos da cultura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.26, p.636-646, 2002.

URQUIAGA, S.; CRUZ, K. H. S. & BODDEY, R. M. Contribution of nitrogen fixation to sugar cane : Nitrogen-15 and nitrogen balance estimates. *Soil Science Society of America Journal*, v. 56, n.1, p.105-114, 1992.