

Variedades de cana-de-açúcar submetidas a diferentes níveis de adubação nitrogenada

Odair Honorato de Oliveira¹; Mariana Cabral Pinto²; Eliene Araújo Fernandes³; Lauter Silva Souto⁴; Erik Gomes Sampaio⁵

Universidade Federal de Campina Grande¹⁻⁵, odairhonorato2020@gmail.com¹;
cabralpmariana@gmail.com²; elienearaujo83@gmail.com³; lautersouto@yahoo.com.br⁴;
engenheiroerik@gmail.com⁵

Resumo: A cana-de-açúcar vem apresentando nos últimos anos uma importância fundamental na agricultura brasileira, em virtude das altas produtividades decorrentes do manejo adequado em seu cultivo. Objetivou-se com este trabalho, avaliar o desempenho de duas novas variedades de cana-de-açúcar liberadas pela Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético (RIDESA), submetidas a diferentes níveis de nitrogênio. O trabalho foi desenvolvido no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal. Adotou-se o delineamento em blocos ao acaso, em esquema fatorial, 5 x 2, correspondente a cinco níveis de adubação nitrogenada (0, 40, 80, 160 e 320 kg ha⁻¹) e duas variedades de cana-de-açúcar (RB992506 e RB002754), com quatro repetições, totalizando 40 unidades experimentais. Aos 90 dias após o plantio foram mensuradas as seguintes variáveis: i) números de folhas, ii) área foliar, iii) altura do colmo, iv) diâmetro médio do colmo, v) números de colmos, vi) largura da folha +3 e vii) comprimento da folha +3 aos 90DAP. Os níveis de adubação nitrogenada influenciaram as variáveis de crescimento e produção das variedades. Para o teste Scott & Knott à nível de 5% de probabilidade verificou a formação de grupos superiores. A aplicação de níveis crescentes de nitrogênio proporcionou aumentos significativos nas características avaliadas aos 90DAP. A RB992506 se mostrou superior para a maioria das variáveis analisadas.

Palavras-Chave: Manejo, *Saccharum officinarum*, Produção vegetal.

Introdução

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é uma cultura nativa de regiões tropicais e subtropicais, pertencente à família Poaceae e de ciclo perene. Foi introduzida no Brasil na época do período colonial, inicialmente nas capitanias de Pernambuco e Bahia, adaptando-se as condições climáticas locais e posteriormente levadas para as demais regiões do país (SCHULTZ et al,2015).

O Brasil atualmente é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar (OECD-FAO, 2015), apresentando uma produção média de 665,6 milhões de toneladas de colmos nas safras de 2015/16, com uma área cultivada de aproximadamente de 9 milhões de hectares (CONAB, 2016). A cultura apresenta grande importância econômica no setor agrícola, tanto na produção de açúcar como de etanol. Segundo o Portal Brasil a produção total de etanol foi de aproximadamente 30,5 bilhões de litros para a safra de 2015/16, sendo atualmente o setor sucroalcooleiro um dos principais seguimentos que geram emprego e renda no país.

Esse aumento na produtividade deve-se a eficiência produtiva, conservação dos solos, sustentabilidade agrícola e aprimoramento das técnicas agrícolas, bem como o aumento da eficácia da adubação nitrogenada na cultura (MACEDO; KOLLER, 1997; URQUIAGA et al., 1992, 2012; BODDEY et al., 2008; SCHULTZ et al., 2015).

A nutrição é um fator essencial para que a cana-de-açúcar expresse seu potencial produtivo de forma sustentável e economicamente viável. Dentre os nutrientes exigidos pela cultura, o nitrogênio (N) exerce função fundamental no desenvolvimento da planta, sendo absorvido em maior quantidade nas formas minerais de NO_3^- e NH_4^+ absorvido através do mecanismo de interceptação radicular (1%) e pelo fluxo de massa (99%) (MALAVOLTA et al., 1997). O nitrogênio apresenta-se em apenas 1% da biomassa seca da cana, contudo desempenha papel importante para a cultura, uma vez que o mesmo é constituinte obrigatório de ácidos nucléicos e das proteínas, desempenhando diversos processos enzimáticos, bioquímicos e na síntese de clorofila (MALAVOLTA et al., 1997).

Segundo (CANTARELLA, MONTEZANO, 2010; CASTRO, 2016) o N apresenta uma dinâmica complexa no solo devido às inúmeras reações que ocorrem no solo e a fatores ambientais. Entretanto, a diminuição ou deficiência desse nutriente nas plantas diminuem a síntese de clorofila e os aminoácidos essenciais, que reduzem a produção de energia, afetando a formação dos esqueletos carbônicos e dos carboidratos retardando o desenvolvimento da cultura (MALAVOLTA, 2006; CASTRO, 2016).

May et al (2016), ao estudarem o efeito de níveis de nitrogênio sobre a produtividade de cana-de-açúcar em sucessão ao sorgo biomassa. Observaram maior produtividade de colmos de cana-de-açúcar por hectare com a aplicação de nitrogênio no sulco de plantio até a dose de 41 kg ha^{-1} , demonstrando que, para obtenção de elevadas produtividades da cultura em sucessão a biomassa/palhada de sorgo é necessário um planejamento na aplicação de fertilizantes nitrogenado quando da implantação da cultura da cana-de-açúcar.

O objetivo do presente ensaio foi avaliar o desempenho de novas variedades de cana-de-açúcar da Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético (RIDESA), submetidas à adubação nitrogenada nas condições de Pombal, PB.

Metodologia

O experimento foi realizado em campo aberto no período de Fevereiro a Abril de 2017, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de

Campina Grande, Campus de Pombal, PB. O município está localizado geograficamente pelas coordenadas: 06°46'13'S, 37°48'06'W e altitude aproximada de 178 m, situada na microrregião do Sertão paraibano e distante 387 km da capital João Pessoa.

O experimento foi instalado em delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 2, com quatro repetições, totalizando 40 unidades, com o primeiro fator correspondendo a cinco níveis de nitrogênio (0; 20; 40; 80; 160 e 320 kg de N ha⁻¹) e o segundo fator a duas variedades (RB992506 e RB002754). As variedades foram liberadas em 2015 pelo Programa de Melhoramento Genético de cana-de-açúcar da Universidade Federal Rural de Pernambuco integrada à Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético (PMGCA/UFRPE/RIDESA).

O plantio foi realizado em vasos com capacidade de 60 dm³, sendo antes colocado uma camada de brita e logo após preenchidos com **Neossolo Flúvico (EMBRAPA, 1013)**. O solo do experimento apresentou as seguintes características químicas e físicas: pH_{H₂O} = 7,2; P = 868mg.dm⁻³; K⁺ = 0,34cmol_c.dm⁻³; Na⁺ = 0,02cmol_c.dm⁻³; Ca⁺² = 5,0cmol_c.dm⁻³; Mg⁺² = 2,7cmol_c.dm⁻³; CTC = 8,06cmol_c.dm⁻³; MO = 5,71g.kg⁻¹; PST = <1%; Areia = 854g.kg⁻¹; Silte = 108g.kg⁻¹ e Argila = 38g.kg⁻¹. Antes do plantio foi adicionado 3L de esterco bovino por vaso. O plantio da cana-de-açúcar foi através da parte vegetativa, utilizando rebolos de uma gema, sendo utilizados quatro rebolos por recipiente totalizando 160 rebolos. Após 30 dias foi realizado o desbaste, através do corte das plantas com um facão, mantendo apenas uma planta por unidade experimental.

A adubação de fundação foi realizada de acordo com a análise química do solo, seguindo a recomendação proposta por Cavalcanti et al. (2008), aplicando-se 20kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 30kg.ha⁻¹ de K₂O nas formas de superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. A adubação de cobertura foi realizada 60 dias após o plantio com 30kg.ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio. A aplicação dos tratamentos foi realizada no plantio, aos 15 e 30 dias após o plantio (DAP). As irrigações foram realizadas diariamente pela manhã e pela tarde, mantendo-se o solo com aproximadamente 80% da capacidade de campo.

Aos 90 DAP foram mensuradas as seguintes variáveis: i) Número de folhas (NF); ii) área foliar (AF) – determinada pela medição do comprimento da folha e largura da porção mediana da folha +3 em (cm), conforme metodologia descrita por Hermann e Câmara (1999): AF = C x L x 0,75 x (N +2), onde: AF é a área foliar por planta (cm²); C é o comprimento da folha +3 (cm); N é o número de folhas verdes expandidas e 0,75 e 2 como o fator de correção para a área foliar da cultura, iii) Altura do colmo (AC) medida em metros (m), do nível do

solo até o primeiro “dewlap” visível (inserção da folha +1) com o auxílio de trena graduada; iv) Diâmetro médio do colmo (DMC) obtido na altura média do colmo com o auxílio de um paquímetro com precisão de 1 mm, v) Número de colmos (NC), que foi obtido pela contagem do número total de colmos por vasos, vi) Largura da porção mediana da folha +3 (LF), vii) Comprimento da folha +3 (CF) em (cm). As variáveis NF, LF, CF, AF, AC, DMC avaliados foram obtidos na cana mãe, que é a primeira perfilho que nasce da touceira.

Os dados foram submetidos à análise de variância, testando-se os modelos linear e quadrático, sendo selecionado para expressar o comportamento de cada variável o modelo que apresentou significância a 5% de probabilidade e o maior coeficiente de correlação para os dados obtidos. As médias foram agrupadas ao teste Scott & Knott à nível de 5% de probabilidade, além disso foram estimados os parâmetros genéticos. As análises foram realizadas com auxílio do programa Sisvar 5.6 e Genes (FERREIRA et al., 2011).

Resultados e discussão

De acordo com a tabela 1, observa-se que houve diferença significativa para a maiorias das variáveis aos 90 dias após o plantio (DAP) em função dos níveis de adubação nitrogenada e variedades estudadas RB992506 e RB002 754 ($P < 0,01$ e $P < 0,05$) pelo teste F. Segundo Malavolta (2008) o nitrogênio é responsável pela diferenciação das células, o que pode ter influenciado na diferença significativa das variáveis.

Para as variedades não houve diferença significativa para NF e CF. Já para tratamentos o NF, CF e DMC não apresentaram diferença significativa. Em relação à interação entre tratamentos e variedades, observa-se que houve interação significativa apenas para as variáveis NC, LF e AF.

Também é importante salientar que os coeficientes de variação das variáveis apresentaram-se entre 1,44 a 11,10%, configurando-se entre baixo e médio respectivamente, considerando que houve uma boa heterogeneidade dos dados coletados. Segundo Pimentel-Gomes e Garcia (2002) a variabilidade é um atributo que pode ser classificado segundo a magnitude de seu coeficiente de variação (CV), sendo baixa ($CV \leq 10\%$), média ($10\% < CV \leq 20\%$), alta ($20\% < CV \leq 30\%$) e muito alta ($CV > 30\%$) o que implica em precisões experimentais, respectivamente, baixa, média, alta e muito alta.

Tabela 1. Resumo dos quadrados médios aos 90 (DAP) das variáveis: número de folhas (NF), e de colmos (NC) respectivamente, largura de folha (LF), comprimento da folha (CF), área

foliar (AF), diâmetro médio do colmo (DMC), altura do colmo (AC), Pombal, PB, 2017.

----- Quadrados Médios -----								
	G.L	NF	NC	LF	CF	AF	DMC	AC
Variedade	1	0,400 ^{ns}	250,00**	0,554**	93,02 ^{ns}	25401,60**	28,10**	497,02**
Tratamento	4	0,412 ^{ns}	167,46**	0,417**	43,37 ^{ns}	323083,10**	7,66 ^{ns}	1238,00**
V x T	4	0,087 ^{ns}	10,43*	0,121**	21,15 ^{ns}	180439,72**	0,93 ^{ns}	2,52 ^{ns}
B	3	0,200 ^{ns}	1,36 ^{ns}	0,029 ^{ns}	28,29 ^{ns}	346,06 ^{ns}	0,75 ^{ns}	3,35 ^{ns}
Resíduo	27	0,348	2,64	0,032	48,82	2094,12	2,98	9,48
C.V.%		6,34	11,10	6,14	5,46	1,44	7,48	3,09

** e * Significativo a 1 e 5% de probabilidade respectivamente, pelo teste F, não significativo(ns), (V x T), variedade x tratamento.

Para o teste Scott & Knott (Tabela 2), observa-se que houve a formação de grupos superiores A e B para a maioria das variáveis das variedades RB992506 e RB002754 aos 90 DAP. Observa-se também que não houve formação de grupo superior para as variáveis NF e CF. A variedade RB992506 diferiu estatisticamente da RB002754 na produção de colmo, com uma produção de 41,15% superior. Porém, observar-se que a RB002754 apresentou maiores médias para as variáveis em função da adubação nitrogenada. Isto pode estar associado às características que cada variedade pode apresentar com relação absorção de nutrientes, seja ele macro ou micronutrientes em virtude de sua constituição genética.

De forma geral, o N é o nutriente mais requerido pelas plantas e a sua capacidade de resposta à adubação nitrogenada está intrinsecamente relacionada aos níveis de outros nutrientes minerais presentes no solo (fósforo, potássio, cálcio, magnésio, etc.), bem como da planta utilizada (COAN et al., 2011).

Tabela 2. Valores médios Scott & Knott aos 90 (DAP) das variáveis: número de folhas (NF), e de colmos (NC) respectivamente, largura de folha (LF), comprimento da folha (CF), área foliar (AF), diâmetro médio do colmo (DMC), altura do colmo (AC), Pombal, PB, 2017.

	NF	NC	LF	CF	AF	DMC	AC
RB992506	9,20 a	17,15 a	3,07 a	126,35 a	3162,10 b	22,25 b	96,10 b
RB002754	9,40 a	12,15 b	2,83 b	129,40 a	3212,50 a	23,93 a	103,15 a

As médias seguidas pela mesma letra constituem grupos homogêneos, segundo método de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

De acordo com a Figura 1, verificou-se que o diâmetro médio do colmo (DMC) para as variedades RB992506 (V1) e RB002754 (V2) apresentaram comportamento semelhante com efeito quadrático. A V1 apresentou seu máximo diâmetro do colmo com 291 kg ha⁻¹ com 26,89 mm de diâmetro, já a V2 apresentou seu pico máximo com 182 kg ha⁻¹ com 16,22 mm, com uma redução de 65,78% no diâmetro quando comparada com a V1. Também ocorreu uma redução na quantidade de nitrogênio aplicado de 59,89%.

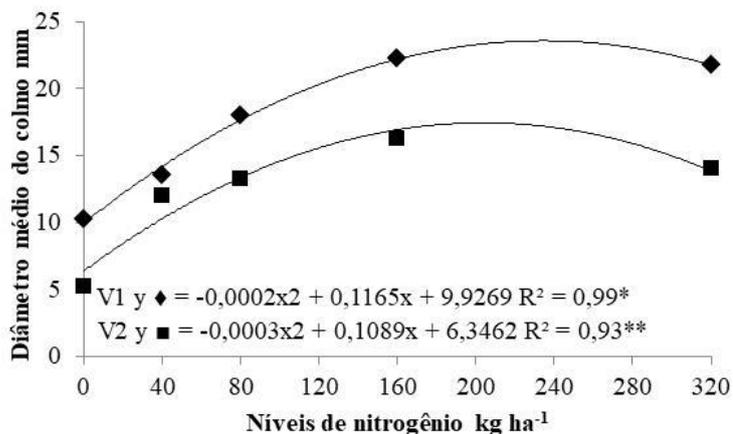


Figura 1. Diâmetro médio do colmo das variedades de cana-de-açúcar RB992506 (V1) e RB002754 (V2) aos 90 DAP, adubadas com diferentes níveis de nitrogênio, Pombal, PB, 2017.

Para a variável largura da folha (Figura 2), os níveis de nitrogênio influenciaram significativamente as variedades estudadas, apresentando ajuste quadrático, com máximas larguras das folhas para os níveis de 178 e 115kg.ha⁻¹ de N para as variedades RB992506 e RB002754, respectivamente. Sendo que o nível de 178kg.ha⁻¹ de N promoveu a maior largura das folhas aos 90DAP para a V1 (3,37cm), superior 13,08% quando comparada a V2, que apresentou maior largura média de folha de 2,98cm.

Segundo Trivelin et al. (2002), a cana-de-açúcar pode extrair mais de 200kg.ha⁻¹ de N, dos quais cerca de 90 a 100 kg podem ser removidos do solo e exportados para os colmos. Ou seja, as variedades que foram utilizadas no experimento utilizaram cerca de 178 a 115 kg.ha⁻¹ de N na produção de colmos.

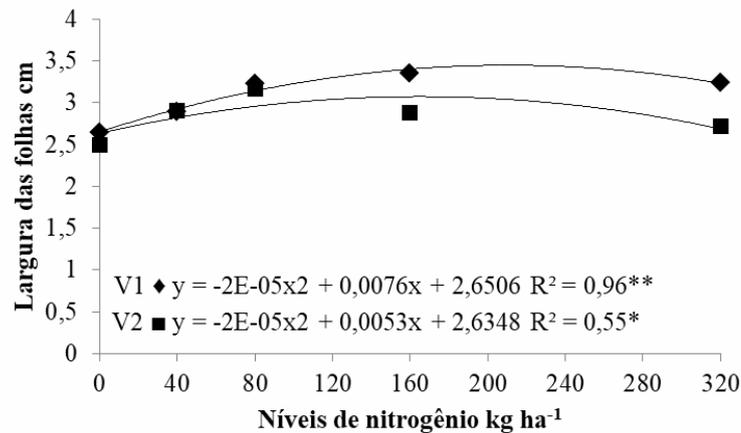


Figura 2. Largura das folhas das variedades de cana-de-açúcar RB992506 (V1) e RB002754 (V2) aos 90 DAP, adubadas com diferentes níveis de nitrogênio. Pombal, PB, 2017.

Conforme na Figura 3, observa-se que as variedades apresentaram comportamento quadrático, a variedade RB992506 apresentou a maior área foliar com $3608,0 \text{ cm}^2 \cdot \text{planta}^{-1}$ na quantidade de $197 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ enquanto a V2 apresentou $3303,9 \text{ cm}^2 \cdot \text{planta}^{-1}$ com a aplicação de $149 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N, apresentando uma redução de 9,20% na AF.

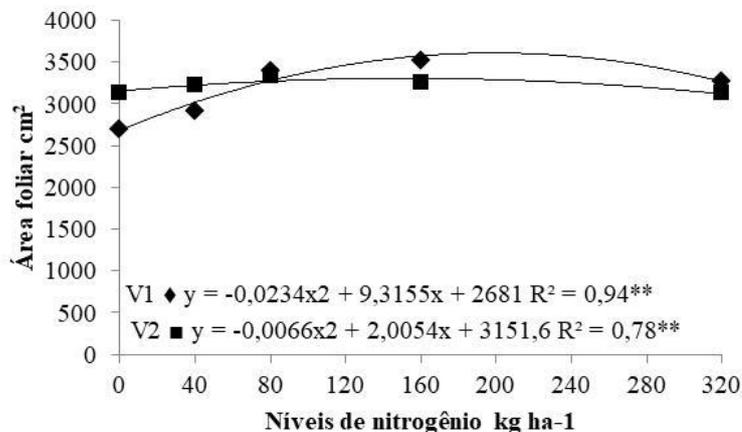


Figura 3. Área foliar das variedades de cana-de-açúcar RB992506 (V1) e RB002754 (V2) aos 90 DAP, adubadas com diferentes níveis de nitrogênio, Pombal, PB, 2017.

Também pode-se observar que em níveis mais altos de nitrogênio aplicado ocorreu uma redução de 10,50 e 5,98% para as V1 e V2, respectivamente, quando comparado as quantidades de N (estimada??) aplicadas que promoveram maiores valores de área foliar para ambas as variedades estudadas, o que pode está associado ao efeito de toxidez e desbalanceamento nutricional promovido quando altos níveis de adubação nitrogenada são

aplicados. Segundo Schultz, Reis e Urquiaga (2015), por se tratar de um nutriente de extrema importância o N pode causar problemas de deficiência ou de toxicidade quando em excesso no solo.

Conclusões

Os níveis de nitrogênio aplicados influenciaram significativamente as variáveis avaliadas aos 90 DAP.

A variedade RB992506 apresentou melhor adaptação aos níveis de N aplicado no solo, proporcionando maior diâmetro médio do colmo, largura da folha e área foliar.

Níveis acima de 320 kg ha⁻¹ de N causam reduções consideráveis para variáveis analisadas aos 90 DAP.

Fomento

O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq/UFCG, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil.

Os autores agradecem a Estação Experimental de cana-de-açúcar do Carpina pelo fornecimento das variedades.

Referências

- BODDEY, R.M.; SOARES, L.H.B.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S. Bio-ethanol production in Brazil. In: PIMENTEL, D. [Ed.] Bifuels: solar and Wind as renewable energy systems. New York: Springer, 2008, 504 p.
- CANTARELLA, H.; MONTEZANO, Z.F. Nitrogênio e Enxofre. In: PROCHNOW, L.I.; CASARIN, V. STIPP, S.R. (Ed.) Boas práticas para o uso eficiente de fertilizantes – volume 2 – nutrientes. International Plant Nutrition Institute (IPNI), Piracicaba – SP, 2010. p.5-72.
- CASTRO, S.G.Q.; 1988 - Manejo da adubação nitrogenada em cana-de-açúcar e diagnose por meio de sensores de dossel/Sérgio Gustavo Quassi de Castro.-Campinas, SP: [s,n], 2016.
- COAN, R.M.; REIS, R.A. Adubação nitrogenada em pastagens: eficiência no Processo. Nota de consultoria, 4 p. 2011.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar: safra 2015/16: terceiro levantamento. Brasília, DF, 2016.

MACEDO, I.C.; KOLLER, H.W. Balanço de energia na produção de cana de açúcar e álcool nas usinas cooperadas em 1996: Internacional Report. Piracicaba: Copersucar, 1997. 23 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa as Potassa a do Fosfato, 1997. 319 p.

MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Livro Ceres, 2006. 68 p.

MALAVOLTA, E. O futuro da nutrição de plantas tendo em vista aspectos agronômicos, econômicos e ambientais. Internacional Plant Nutrition Institute, Boletim. 121, p.10, 2008.

MAY, A. et al. Efeito de Doses de Nitrogênio Sobre a Produtividade de Cana-de-Açúcar em Sucessão ao Sorgo Biomassa. Boletim de pesquisa e desenvolvimento 141 – EMBRAPA. 2016. 17p.

OECD-FAO. OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2015-2024. Paris: OECD Publishing, 2015. 150 p.

PIMENTEL-GOMES, F.P., GARCIA, C.H. Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.

SCHULTZ, N.; REIS, V.M.; URQUIAGA, S. Resposta da cana-de-açúcar à adubação nitrogenada: fontes, forma de aplicação, épocas de aplicação e efeito varietal. Embrapa Agrobiologia, 2015. 52p. (Embrapa Agrobiologia. Documento 298).

TRIVELIN, P.C.O.; VITTI, A.C.; OLIVEIRA, M.W.; GAVA, G.J.C.; SARRIÉ, G.A. Utilização de nitrogênio e produtividade da cana de açúcar (cana-planta) em solo arenoso com incorporação de resíduo da cultura. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.26, p.637-646. 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, p. 105-114, 1992.

URQUIAGA, S.; XAVIER, R.P.; MORAIS, R.F.; BATISTA, R.B.; SCHULTZ, N.; LEITE, J. M.; SÁ, J.M; BARBOSA, K.P.; RESENDE, A.S.; ALVES, B.J.R.; BODDEY, R.M. Evidence of field nitrogen balance and ¹⁵N natural abundance data for the contribution of biological N₂ fixation to Brazilian sugarcane varieties. Plant and Soil, v.35, p.5-22, 2012.