



Teor de Nitrogênio e de Molibdênio em Cana-de-açúcar sob Adubação Nitrogenada e Molíbdica⁽¹⁾.

Rafaela Muniz Barbosa⁽²⁾; Renato Lemos dos Santos⁽³⁾; Fernando José Freire⁽⁴⁾; Emídio Cantídio Almeida de Oliveira⁽⁴⁾; Patrícia da Costa Bezerra⁽⁵⁾; Monalisa Barbosa da Costa Santos⁽⁶⁾.

⁽¹⁾Trabalho executado com recursos do CNPq, da FACEPE, CAPES e IFPE.

⁽²⁾ Estudante de Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE) Campus Vitória de Santo Antão; Vitória de Santo Antão-PE; raf.munizsz@gmail.com; ⁽³⁾ Professor do IFPE Campus Vitória de Santo Antão; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco; ⁽⁴⁾ Professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE); Universidade Federal Rural de Pernambuco; ⁽⁵⁾ Estudante de Agronomia da UFRPE; Universidade Federal Rural de Pernambuco; ⁽⁶⁾ Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares/UFPE; Universidade Federal de Pernambuco.

RESUMO: A cana-de-açúcar tem evidente importância na economia nacional. Com isto, a seleção de novos híbridos que apresentem elevada produtividade, resistência à patógenos e boa qualidade tecnológica, têm levado à pesquisas que visem novas recomendações nutricionais. O nitrogênio é um dos nutrientes mais exigidos pela cana-de-açúcar, sendo absorvido preferencialmente como NH_4^+ e NO_3^- . A adubação molíbdica pode potencializar a absorção de N. Neste trabalho se objetivou avaliar o efeito da adubação molíbdica nos teores de N e de Mo na parte aérea da cana planta. Para isso, foram cultivadas duas variedades de cana-de-açúcar (RB867515 e RB92579), submetidas a duas doses de N (0 e 60 kg ha⁻¹) e duas doses de Mo (0 e 200 g ha⁻¹). Aos 365 dias após plantio (DAP) a parte aérea de 10 plantas por parcela foram coletadas e compartimentalizadas em colmo, folhas e ponteiro, para determinação dos teores de N e de Mo. O teor de molibdênio nas folhas aumentou na variedade RB867515 em relação a outra variedade estudada, quando foi-se aplicada a dose 60 kg ha⁻¹ de N. No ponteiro não foi observado alterações nos teores de Mo e N em relação as adubações tanto isoladas, quanto conjuntas.

Termos de indexação: *Saccharum spp.*, compartimentos da biomassa aérea, nutrição mineral.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), com cerca de 739.267.042 Mg de colmos produzidos, representando 50% da produção dos quatro maiores produtores mundiais (Brasil, Índia, China e Tailândia) (Faostat, 2014). Entretanto, o patamar alcançado pelo Brasil no cenário mundial só foi possível graças às condições climáticas favoráveis; à seleção de novos genótipos de elevadas produtividades e boas qualidades

tecnológicas de seus produtos; às variedades mais tolerantes a pragas e doenças; e ao maior conhecimento da nutrição mineral da cultura, possibilitando melhores recomendações de adubação (Lima Neto et al., 2013; Oliveira et al., 2011).

Entre os nutrientes, o N é muito exigido pela cultura, sendo sua exigência menor apenas que a do K, segundo os resultados de Oliveira et al. (2010). Para suprir a elevada demanda por N, a cana-de-açúcar absorve principalmente o N oriundo do solo, sendo composto principalmente por NH_4^+ e NO_3^- .

No entanto, para a assimilação N-NO_3^- é necessário que as quantidades de Mo disponível no solo satisfaçam a exigência da cultura, que o utiliza como ativador da enzima redutase do nitrato nas células das raízes e folhas. Esta enzima é responsável pela redução do nitrato a nitrito na rota da assimilação do N-NO_3^- (Fitri et al., 2008).

O Mo é normalmente encontrado no solo em baixos teores, principalmente em solos mais ácidos (pH<5,0) e com elevada presença de óxidos de Fe e Al, podendo nestas condições ocorrer deficiência de Mo (Brennan & Bolland, 2007; Fitri et al., 2008). Plantas com deficiência de Mo, tem o metabolismo de N alterado, principalmente quando a forma de N predominante no solo é nítrica.

Além do efeito na assimilação do N na cana-de-açúcar, o Mo também atua como regulador da enzima nitrogenase, presente em bactérias de vida livre ou associativas, nos diversos tecidos das plantas, que reduzem o N_2 atmosférico a NH_3 (Hirel et al., 2011; Taulé et al., 2011).

Os benefícios da aplicação de Mo para cana-de-açúcar são significativos, principalmente por aumentar a assimilação do N-NO_3^- e contribuir na fixação biológica do N atmosférico, o que promoverá aumento da absorção de N. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de Mo nos teores de N e Mo na parte aérea de variedades de cana-de-açúcar, no ciclo de cana planta.



MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido um experimento em campo na Estação Experimental de cana-de-açúcar de Carpina-PE, no município de Carpina-PE, em um ARGISSOLO VERMELHO AMARELO distrocóseo, de março de 2013 a março de 2014. Foram utilizadas as variedades de cana-de-açúcar RB92579 e RB867515, por serem muito cultivadas no Nordeste e no Brasil, respectivamente (Chapola et al., 2012). O cultivo de cana foi submetido a duas doses de N (0 e 60 kg ha⁻¹) e duas doses de Mo (0 e 200g ha⁻¹), baseadas no estudo da interação da adubação nitrogenada e molibídica em cana-de-açúcar desenvolvido por Oliveira (2012), sendo utilizados como fonte de N e Mo ureia e molibdato de sódio, respectivamente.

O experimento foi instalado no delineamento de blocos casualizados e com arranjo fatorial de tratamentos (2 x 2 x 2), com quatro repetições, totalizando 32 unidades experimentais.

Aos 365 dias após plantio (DAP), foram coletadas aleatoriamente 10 plantas por parcela, sendo compartimentalizada em colmo, folha e ponteiro. Nos compartimentos foram determinados os teores de N e Mo. Como componente ponteiro considerou-se o cartucho e a folha +1; como componente foliar considerou-se as folhas verdes, a partir da folha +1; e como componente colmo foi considerado o restante da biomassa aérea. As amostras foram secas em estufa de circulação de ar forçada a 65°C, até atingirem peso constante e trituradas, posteriormente armazenadas em sacos plásticos.

Para determinação do teor de N foi realizada digestão sulfúrica e em seguida destilação do extrato em destilador de Kjeldahl. Para determinação de Mo procedeu-se a digestão nítrico-perclórica e determinação por espectrofotometria, pelo método de oxidação com KI e H₂O₂. Todas as determinações seguiram os procedimentos descritos em Embrapa (2009).

Os teores de N e Mo para cada variedade e de cada compartimento da parte aérea (colmo, folha e ponteiro) da cana-de-açúcar aos 365 DAP foram avaliados em relação à adubação nitrogenada e molibídica. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste de F ($p \leq 0,05$). Nas variáveis cujos efeitos principais e, ou, interação foram significativos, aplicou-se o teste de comparação de médias de Tukey ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de Mo nos compartimentos da parte aérea aos 365 DAP variaram entre as variedades e foram maiores com a adubação nitrogenada (**Tabela 1**). No colmo, o teor de Mo variou, quando a variedade RB867515 foi adubada com N, onde observou-se um efeito sinérgico da adubação molibídica, com incremento de 50% no teor de Mo. Nas folhas da RB867515, o teor de Mo variou apenas pela adubação nitrogenada, sendo 30% maior com a dose de 60 kg ha⁻¹ de N (**Tabela 1**). Todavia, nas folhas da RB92579 o teor de Mo aumentou quando houve suprimento de N em conjunto com a adubação molibídica. Para o ponteiro não se observou alterações nos teores pelas adubações, isoladas ou conjuntas (**Tabela 1**).

Oliveira (2012) também observou aumento do teor de Mo nos compartimentos da parte aérea com a adubação nitrogenada. Segundo o autor isso pode indicar que a exigência do micronutriente se eleva com a maior disponibilidade de N no solo. Entretanto, de maneira geral, os teores de Mo encontrados por Oliveira (2012) foram inferiores aos deste trabalho, o que pode ser atribuído à elevada produção de MSPA.

Adicionalmente, o aumento dos teores de Mo promovidos pela adubação nitrogenada nos componentes colmo da RB867515 e da RB92579, é atribuído a maior absorção do Mo pela expansão do sistema radicular, explorando maior volume de solo (Otto et al., 2009), ou seja, a cana teve acesso a maiores reservas de Mo no solo. Esse comportamento se deu na dose de 200g ha⁻¹ de Mo, ou seja, em maior disponibilidade do mesmo em solo.

O teor de N apresentou diferentes comportamentos entre duas variedades com o uso de Mo e N (**Tabela 1**). Na RB867515, a adubação molibídica reduziu os teores de N, nos compartimentos folha e ponteiro e, aumentou no colmo, na ausência da adubação nitrogenada. Quando a adubação molibídica foi realizada, verificou-se no colmo e nas folhas, respectivamente redução e aumento no teor de N com sua fertilização. Nos componentes da parte aérea da RB92579 não se observaram alterações nos teores de N, nem pela aplicação de N, nem pela aplicação de Mo (**Tabela 1**). Na variedade RB92579 a absorção e translocação de N foram proporcionais a produção de matéria seca, nos diferentes níveis de N e Mo do solo, mantendo a concentração de N constante. A adubação nitrogenada e molibídica, de forma isolada e conjunta, provavelmente promoveram maior incremento de matéria seca e, maior eficiência na utilização de N na RB867515, ocasionando diluição dos teores.



CONCLUSÕES

O teor de molibdênio nas folhas aumentou na variedade RB867515 em relação à outra variedade estudada, quando foi-se aplicada a dose 60 kg ha⁻¹ de N.

No ponteiro não foi observado alterações nos teores de Mo e N em relação às adubações tanto isoladas, quanto conjuntas.

AGRADECIMENTOS

Ao IFPE *Campus* Vitória de Santo Antão; a FACEPE pela concessão da bolsa de iniciação acadêmica; ao meu orientador; e por fim, ao Grupo de Pesquisa Fertilidade do Solo e Agroenergia.

REFERÊNCIAS

BRENNAN, R. F.; BOLLAND, M. D. A. increased concentration of molybdenum in sown wheat seed decreases grain yield responses to applied molybdenum fertilizer in naturally acidic sandplain soils. *Journal of Plant Nutrition*, v. 30, n. 12, p. 2005-2019, 3 dez. 2007.

CHAPOLA, R. G. et al. Censo varietal 2012. Araras: CCA-UFSCar, 2012. p.55.

EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes / editor técnico, Fábio Cesar da Silva. 2. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 627p., 2009.

FAOSTAT. Food and agriculture organization of the united nations, statistics division. Browse Data. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>>. Acesso em 03/11/2014.

FITRI, N. et al. Molybdenum speciation in raw phloem sap of castor bean. *Analytical Letters*, v. 41, n. 10, p. 1773-1784, 16 jul. 2008.

LIMA NETO, J. F. et al. Avaliação agroindustrial e parâmetros genéticos de clones UFRPE de cana-de-açúcar no litoral norte de Pernambuco. *Pesquisa Agropecuária Pernambucana*, v. 18, n. 1, p. 8-13, 2013.

OLIVEIRA, E. C. A. de et al. Extração e exportação de nutrientes por variedades de cana-de-açúcar cultivadas sob irrigação plena. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 34, n. 4, p. 1343-1352, 2010.

OLIVEIRA, E. C. A. de et al. Acúmulo e alocação de nutrientes em cana-de-açúcar. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, n. 3, p. 579-588, 2011.

OLIVEIRA, A. C. A. de. Interação da adubação nitrogenada e molibídica em cana-de-açúcar. [s. l.]. Universidade Federal de Pernambuco- Recife, 2012.

OTTO, R. et al. Fitomassa de raízes e da parte aérea da cana-de-açúcar relacionada à adubação nitrogenada de plantio. *Pesquisa*, v. 44, n. 4, p. 398-405, 2009.

TAULÉ, C. et al. The contribution of nitrogen fixation to sugarcane (*Saccharum officinarum* L.), and the identification and characterization of part of the associated diazotrophic bacterial community. *Plant and Soil*, v. 356, n. 1-2, p. 35-49, 26 out. 2011.

Tabela 1- Teores de molibdênio e de nitrogênio em colmos, folhas e ponteiros da parte aérea de diferentes variedades de cana-de-açúcar na ausência e na presença de Mo e na ausência e presença de N aos 365 dias após plantio (DAP)

| Fator | Colmo | | | | | | Folhas | | | | | | Ponteiro | | | | | | |
|--------------------------|---|---------|------|--------------------------|-------|------|--------------------------|---------|--------|--------------------------|---------|------|--------------------------|---------|------|--------------------------|-------|------|-----|
| | RB867515 | | | RB92579 | | | RB867515 | | | RB92579 | | | RB867515 | | | RB92579 | | | |
| | Mo (g ha ⁻¹) | Média | | Mo (g ha ⁻¹) | Média | | Mo (g ha ⁻¹) | Média | | Mo (g ha ⁻¹) | Média | | Mo (g ha ⁻¹) | Média | | Mo (g ha ⁻¹) | Média | | |
| 0 | 200 | | 0 | 200 | | 0 | 200 | | 0 | 200 | | 0 | 200 | | 0 | 200 | | 0 | 200 |
| N (kg ha ⁻¹) | ----- Teor de Mo (mg kg ⁻¹) ----- | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 0,54 Aa | 0,42 Ba | 0,48 | 0,59 | 0,66 | 0,62 | 0,32 | 0,36 | 0,34 B | 0,47 Aa | 0,38 Ba | 0,42 | 0,41 | 0,44 | 0,42 | 0,49 | 0,43 | 0,46 | |
| 60 | 0,46 Aa | 0,63 Aa | 0,54 | 0,52 | 0,57 | 0,54 | 0,45 | 0,45 | 0,45 A | 0,45 Aa | 0,54 Aa | 0,49 | 0,47 | 0,44 | 0,45 | 0,48 | 0,47 | 0,47 | |
| Média | 0,50 | 0,52 | | 0,55 | 0,61 | | 0,38 | 0,40 | | 0,46 | 0,46 | | 0,44 | 0,44 | | 0,48 | 0,45 | | |
| Mo | F | | | F | | | F | | | F | | | F | | | F | | | |
| | 0,0 ^{ns} | | | 3,21 ^{ns} | | | 0,31 ^{ns} | | | 0,00 ^{ns} | | | 0,00 ^{ns} | | | 2,84 ^{ns} | | | |
| N | 2,66 ^{ns} | | | 4,93 ^{ns} | | | 6,88 [*] | | | 9,05 [*] | | | 0,48 ^{ns} | | | 0,59 ^{ns} | | | |
| Mo*N | 15,42 ^{**} | | | 0,03 ^{ns} | | | 0,25 ^{ns} | | | 14,41 ^{**} | | | 0,58 ^{ns} | | | 1,46 ^{ns} | | | |
| CV (%) | 2,4 | | | 2,0 | | | 2,9 | | | 1,6 | | | 2,9 | | | 1,5 | | | |
| N (kg ha ⁻¹) | ----- Teor de N (g kg ⁻¹) ----- | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 1,59 Ab | 2,85 Aa | 2,22 | 2,41 | 2,03 | 2,22 | 8,14 Aa | 6,82 Bb | 7,48 | 7,90 | 7,52 | 7,71 | 9,27 Aa | 8,12 Ab | 8,69 | 9,54 | 9,87 | 9,70 | |
| 60 | 2,28 Aa | 1,89 Ba | 2,08 | 2,25 | 2,38 | 2,31 | 7,33 Aa | 8,05 Aa | 7,69 | 8,56 | 7,63 | 8,09 | 8,31 Aa | 8,78 Aa | 8,54 | 9,05 | 9,73 | 9,39 | |
| Média | 1,93 | 2,37 | | 2,33 | 2,20 | | 7,73 | 7,43 | | 8,23 | 7,57 | | 8,79 | 8,45 | | 9,29 | 9,80 | | |
| Mo | F | | | F | | | F | | | F | | | F | | | F | | | |
| | 3,81 ^{ns} | | | 0,12 ^{ns} | | | 1,64 ^{ns} | | | 4,44 ^{ns} | | | 2,13 ^{ns} | | | 1,32 ^{ns} | | | |
| N | 0,23 ^{ns} | | | 0,24 ^{ns} | | | 0,59 ^{ns} | | | 1,23 ^{ns} | | | 0,30 ^{ns} | | | 0,39 ^{ns} | | | |
| Mo*N | 15,57 ^{**} | | | 0,65 ^{ns} | | | 13,40 ^{**} | | | 0,69 ^{ns} | | | 11,17 ^{**} | | | 0,11 ^{ns} | | | |
| CV (%) | 9,9 | | | 12,2 | | | 3,5 | | | 3,9 | | | 2,7 | | | 4,7 | | | |

Letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna não diferem pelo teste de Tukey; ^{ns} não significativo; *, ** significativos, respectivamente, aos níveis de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.