



Atividade da Redutase do Nitrato em Cana-de-açúcar Adubada com Molibdênio⁽¹⁾.

Maria José Alves de Moura⁽²⁾; Renato Lemos dos Santos⁽³⁾; Fernando José Freire⁽⁴⁾; Nayara de Lima Santos⁽⁵⁾; Marianne Ângela da Silva Lins⁽⁶⁾; Paulo Ricardo Ribeiro⁽⁷⁾

⁽¹⁾Trabalho executado com recursos do, IFPE.

⁽²⁾ Estudante de Agronomia no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE) – Campus Vitória de Santo Antão; Vitória de Santo Antão - PE; maryalvesfeliz@gmail.com; ⁽³⁾ Professor do IFPE – Campus Vitória de Santo Antão- PE; ⁽⁴⁾ Professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE); ⁽⁵⁾ Estudante de Agronomia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE); ⁽⁶⁾ Estudante de Agronomia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE); ⁽⁷⁾ Estudante de Agronomia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE).

RESUMO: A absorção e a assimilação de N podem ser elevadas com o estímulo da atividade da redutase do nitrato (ARN). Essa enzima é a primeira a reduzir o nitrato absorvido do solo, no processo de incorporação do nutriente a formas orgânicas. Como essas enzimas têm em sua composição Mo, acredita-se que a suplementação desse nutriente possa potencializar a ARN. Aos 30 dias foi realizada a avaliação da ARN na folha +1 das variedades de cana. O corte e avaliação da produção de biomassa aérea ocorreram aos 120 dias. As doses de Mo promoveram incremento de biomassa apenas quando a disponibilidade de N foi elevada, em ambas as variedades. A aplicação de Mo potencializou a ARN independente da variedade, principalmente na ausência da adubação nitrogenada.

Termos de indexação: Assimilação de N, Adubação molíbdica, *Saccharum* spp.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de pesquisa na área de nutrição mineral da cana-de-açúcar constitui-se importante, devido aos produtos advindos da cultura, que contribuem com a economia nacional (Santos, 2014).

As novas variedades de cana-de-açúcar, que são selecionadas anualmente, têm exigido cada vez mais nutrientes para atingir seu potencial de produção. Entre os nutrientes, o nitrogênio (N) é um dos mais requeridos pela cultura, isso porque faz parte de vários compostos nas plantas (aminoácidos, ácidos nucléicos, entre outros), atua como ativador de muitas enzimas, desta forma, participa das principais reações bioquímicas nas plantas (HIREL et al., 2011).

O N é absorvido do solo principalmente nas formas amoniacal ($N-NH_4^+$) e nítrica ($N-NO_3^-$). Todavia em sua maioria, os níveis de N no solo apresentam-se insuficientes, necessitando de adubação nitrogenada para suprir a demanda da cultura.

Uma possível maneira de aumentar a absorção e a assimilação de N, seja derivado da mineralização da matéria orgânica ou da fertilização, é elevando a atividade de redutase do nitrato (ARN). Essa enzima é responsável pela primeira etapa de redução do NO_3^- à NH_4^+ nas plantas (Santos, 2014).

A elevação da ARN pode ser obtida pelo aumento da concentração de Mo no tecido vegetal, e assim, acredita-se que a maior disponibilidade de Mo no solo aumente a absorção de N e a produtividade da cana-de-açúcar. Sendo assim, quanto maior for a atividade da redutase do nitrato, maior será a assimilação de N pela cana-de-açúcar.

Quando o vegetal encontra-se deficiente em Mo, a formação e a ARN é reduzida ou nula, não sendo iniciada a primeira etapa da redução do NO_3^- à NH_4^+ , ou seja, há redução da assimilação de N, com conseqüente redução do crescimento e produtividade (KAISER et al., 2005). Nesse sentido, neste trabalho objetivou-se avaliar o efeito da adubação molíbdica na ARN na folha +1 e a produção de biomassa em variedades de cana-de-açúcar na presença e ausência da adubação nitrogenada.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido um experimento em casa-de-vegetação no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco *Campus* Vitória de Santo Antão. Foram cultivadas duas variedades de cana-de-açúcar, a RB867515 e a RB92579, respectivamente, a mais plantada no país e no nordeste, submetidas a cinco doses de Mo (0, 50, 100, 150 e 200 g ha⁻¹), na ausência e na presença da adubação nitrogenada (0 e 60 kg ha⁻¹), comundo o arranjo fatorial (2 x 5 x 2), sendo utilizadas quatro repetições, totalizando 80 unidades experimentais., O experimento foi disposto no delineamento em blocos casualizados, tendo sido utilizados quatro blocos.

O plantio foi realizado em vasos, com capacidade de 12 dm⁻³, ocupados com 10 dm⁻³ de solo, sendo



dispostas duas gemas por unidade experimental. Foi realizado a adubação de fundação aplicando-se 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 140 kg ha⁻¹ de K₂O (OLIVEIRA et al., 2010; SIMÕES NETO et al., 2011); e aplicação dos tratamentos, com a uréia como fonte de N e o molibdato de sódio como fonte de Mo, sendo este último aplicado na gema e na cova de plantio por meio de pulverizador manual.

Aos 30 dias após o plantio (DAP) foram coletadas duas folhas +1 para avaliação da ARN, *in vivo*, de acordo com a metodologia sugerida por Hageman & Reed (1980), das 9:30 h as 12:30 h. O tecido coletado foi protegido com papel alumínio e acondicionado em caixa térmica contendo gelo, sendo posteriormente levadas ao laboratório para realização da análise. Na ausência de luz foram incubados 0,25 g de tecido foliar em 5 mL de solução, em água, composta de K₂HPO₄ a 0,1 mol L⁻¹, KNO₃ a 0,1 mol L⁻¹, n-propanol a 1% e espalhante adesivo a 0,01%, durante 1 h a 25° C, após vácuo de 30 s. Após a incubação foram coletadas alíquotas de 1 mL, e em seguida, adicionados 5 mL da solução de sulfanilamida 0,5% em HCl a 0,75 mol L⁻¹ e N-etilendiaminadihidroclorato (N-naftil) 0,01% e 4 mL de água deionizada. Após 15 minutos de reação foi realizada a determinação do NO₂⁻ em espectrofotômetro, no comprimento de onda de 540 nm. Os resultados foram correlacionados com uma curva padrão de nitrito, com as concentrações de 0, 1, 2, 3, 4 e 5 µmol L⁻¹ na solução de leitura, determinando-se a ARN em µmol NO₂⁻ g⁻¹ h⁻¹.

Aos 120 DAP foi realizado o corte e avaliação da produção da matéria fresca da parte aérea (MFPA), sendo expressa em g touceira⁻¹.

As variáveis foram submetidas à análise de variância e quando se observaram efeitos significativos realizou-se análise de regressão em função das doses de Mo na presença e ausência da adubação nitrogenada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado que a ARN na folha +1 da RB867515 (**Figura 1**), quando não aplicou o N, foi elevada pelas doses de Mo, tendo sua máxima expressão com 193,61g ha⁻¹ de Mo. Com a aplicação de 60 kg ha⁻¹ de N a ARN foi menor, possivelmente pela elevação dos teores de amônio no solo e sua absorção pela cana, reduzindo a absorção de nitrato, e conseqüentemente, a ARN. Ainda avaliando a RB867515, observou-se que ao aplicar o N, a máxima ARN ocorreu com a dose de 123,38 g ha⁻¹ de Mo.

Avaliando o efeito do Mo na ARN na variedade RB92579, observou-se que na ausência da adubação nitrogenada a máxima expressão da atividade da enzima aconteceu com a aplicação de

106,91 g ha⁻¹ de Mo (**Figura 2**). Com a aplicação de 60 kg ha⁻¹ a ARN mostrou-se ascendente em função das doses de Mo, sendo máxima na maior dose, 0,32 µmol g⁻¹ h⁻¹.

Desse modo, ambas as variedades tiveram sua atividade da enzima aumentada pela doses de molibdênio. Esse fato indica que a suplementação da cana com Mo pode favorecer a absorção e assimilação de N. A maior intensidade da ARN pode levar ao maior acúmulo de biomassa e, possivelmente, a produtividade de açúcar.

Estudos também observaram o aumento da ARN a aplicação do Mo, dentre eles pode-se destacar as de Li-Ping et al. (2007), que avaliaram o efeito do Mo na ARN em cana-de-açúcar em sistema hidropônico. Os autores utilizaram quatro doses de Mo na solução nutritiva e observaram que a ARN na folha +1 foi elevada pelo aumento da concentração de Mo. No entanto, os incrementos não foram proporcionais e nem constantes.

A MFPA produzida na ausência da adubação nitrogenada não variou com a aplicação de Mo em ambas as variedades, não se ajustando a modelos de regressão (**Figura 3**). Nesta situação a produção de biomassa na RB92579 foi 12% maior que na RB867515.

Quando se aplicaram 60 kg ha⁻¹ de N, as variedades responderam positivamente em biomassa com o aumento das doses de Mo, sendo observado resposta mais expressiva na variedade RB867515 (**Figura 3**). Na RB867515, o ganho de MFPA pela aplicação de Mo foi iniciado desde as menores doses, promovendo aumento de até 88% com a aplicação de Mo. Na RB92579 essa diferenciação ocorreu apenas a partir da aplicação de 150 g ha⁻¹ de Mo, levando ao incremento máximo de 18% com a maior dose de Mo.

Pesquisas antigas, como as realizadas por Alvarez & Wutke (1963) indicaram respostas a aplicação de Mo, proporcionando acréscimos na produtividade de colmos da ordem de 19 Mg ha⁻¹. Recentemente, Oliveira (2012) avaliando o efeito da interação da adubação nitrogenada e molibídica sobre a produtividade da cana-de-açúcar, observou incrementos positivos na produtividade de colmos.

É provável que o aumento de produção de MFPA pelas variedades de cana-de-açúcar em resposta a adubação molibídica foi devida a maior absorção e assimilação de N, promovidas pelo potencialização da ARN (**Figuras 2 e 3**).

A ausência de resposta ao Mo quando não se adubou com N, indica que o volume de solo utilizado no estudo não foi suficiente para disponibilizar o N necessário para a cultura. Assim, provavelmente, a absorção e acúmulo de N não foram influenciados pelo Mo, não alterando a MFPA.



CONCLUSÕES

A aplicação de Mo potencializou a ARN independente da variedade, principalmente na ausência da adubação nitrogenada.

As doses de Mo promoveram incremento de biomassa (MSPA) apenas quando a disponibilidade de N foi elevada, em ambas as variedades, tendo a RB92579 apresentado maior ARN que a RB867515.

AGRADECIMENTOS

Ao IFPE pelo espaço disponibilizado para desenvolvimento do experimento; ao Prof. Renato Lemos dos Santos; e ao grupo de Pesquisa Fertilidade do Solo e Agroenergia.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, R.; WUTKE, A.C.P. Adubação da cana-de-açúcar. XV - experimentos com micronutrientes nas regiões canavieiras do estado de São Paulo. **Bragantia**, v.38, p.647-650, 1963.

HIREL, B.; TÉTU, T.; LEA, P. J.; DUBOIS, F. Improving Nitrogen Use Efficiency in Crops for Sustainable Agriculture. **Sustainability**, v. 3, n. 12, p. 1452–1485, 2011. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2071-1050/3/9/1452/>>. Acesso em: 1/2/2014.

KAISER, B. N.; GRIDLEY, K. L.; BRADY, J. N.; PHILLIPS, T.; TYERMAN, S. D. The Role of Molybdenum in Agricultural Plant Production. **Annals of Botany**, v. 96, p. 745–754, 2005.

LI-PING, W.; YANG-RUI, L.; LI-TAO, Y. Effects of Molybdenum on Nitrogen Metabolism of Sugarcane. **Sugar Tech**, v. 9, n. 1, p. 36–42, 2007.

OLIVEIRA, A. C. DE. **Interação da adubação nitrogenada e molíbdica em cana-de-açúcar**. Tese (Doutorado), Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2012.

OLIVEIRA, E. C. A. DE; FREIRE, F. J.; OLIVEIRA, R. I. DE; et al. Extração e exportação de nutrientes por variedades de cana-de-açúcar cultivadas sob irrigação plena. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 4, p. 1343–1352, 2010.

SANTOS, R.L. Molibdênio no metabolismo e na fixação biológica de nitrogênio em cana-de-açúcar. Tese (Doutorado), Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2014. 135p.

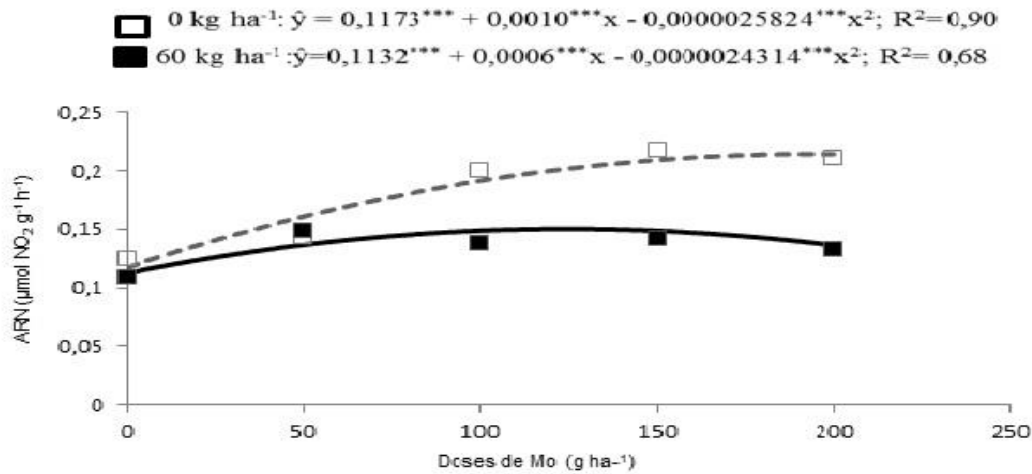


Figura 1 - Atividade da redutase do nitrato (ARN) na folha +1 da variedade RB867515 em função de doses de molibdênio, na presença e ausência da adubação nitrogenada.

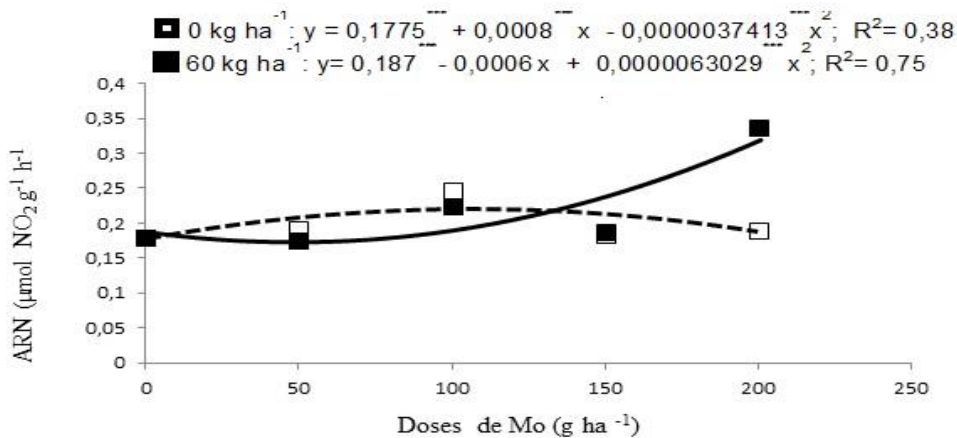


Figura 2 - Atividade da redutase do nitrato (ARN) na folha +1 da variedade RB92579 em função de doses de molibdênio, na presença e ausência da adubação nitrogenada.

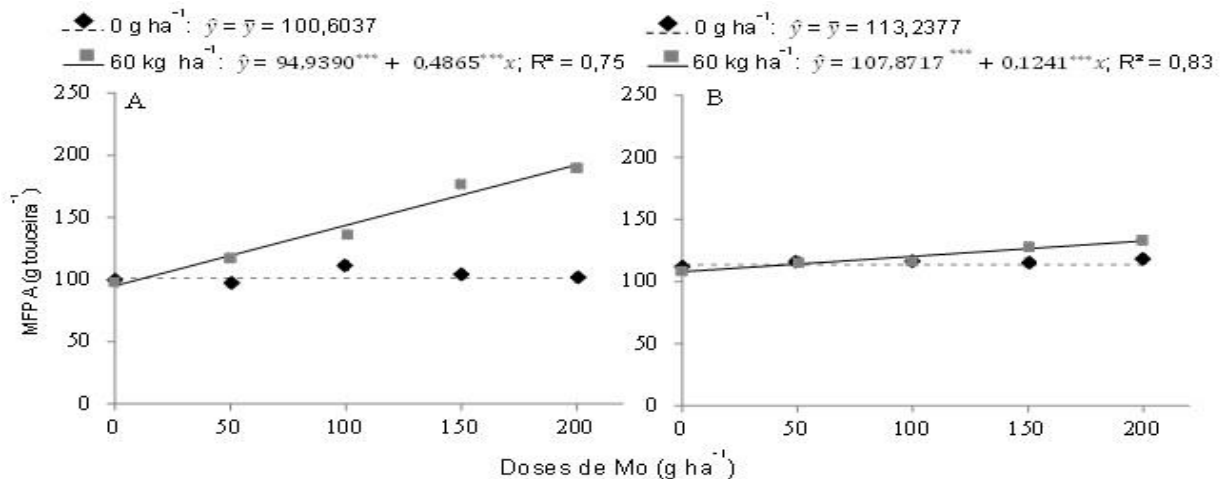


Figura 3. Matéria fresca da parte aérea (MFP A) em variedades de cana-de-açúcar, RB867515 (A) e RB92579 (B), em função de doses de molibdênio, na presença e ausência da adubação nitrogenada.