



## Atributos tecnológicos em cana-de-açúcar adubada com nitrogênio e molibdênio<sup>(1)</sup>.

**Nayara Rose da Conceição Lopes<sup>(2)</sup>; Renato Lemos dos Santos<sup>(3)</sup>; Fernando José Freire<sup>(4)</sup>; Emídio Cantídio Almeida de Oliveira<sup>(5)</sup>; Patrícia da Costa Bezerra<sup>(6)</sup>; Jhônatha David Guimarães Silva<sup>(7)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do FACEPE, CNPq, UFRPE e IFPE.

<sup>(2)</sup> Estudante de Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE)– Campus Vitória de Santo Antão; Vitória de Santo Antão - PE; nayara\_rose1@hotmail.com; <sup>(3)</sup> Professor do IFPE Campus Vitória de Santo Antão; <sup>(4)</sup> Professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE); <sup>(5)</sup> Professor da Universidade Federal de Pernambuco (UFRPE); <sup>(6)</sup> Estudante de Agronomia da UFRPE; <sup>(7)</sup> Estudante de Agronomia da UFRPE.

**RESUMO:** O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar, sendo essa cultura de grande importância na sua economia. Mas para atingir elevadas produtividades é necessário adequado manejo nutricional. Entre os nutrientes o N é um dos mais absorvidos pela cana-de-açúcar, principalmente na forma nítrica, mas para isso é preciso que haja Mo disponível no solo. Portanto, nesse trabalho objetivou-se avaliar o efeito da adubação nitrogenada e molibídica na produtividade de colmos e nos atributos tecnológicos de variedades de cana-de-açúcar. Para isso, foram cultivadas duas variedades de cana-de-açúcar (RB867515 e RB92579) submetidas a duas doses de N (0 e 60 kg ha<sup>-1</sup>) e duas doses de Mo (0 e 200 g ha<sup>-1</sup>). Aos 365 dias após o plantio foi avaliada a produtividade e os atributos tecnológicos. A variedade de cana-de-açúcar RB867515 respondeu a adubação molibídica, tendo sua produtividade de colmos (TCH) e de Pol (TPH) aumentadas com a aplicação de 200 g ha<sup>-1</sup> de Mo. A adubação nitrogenada causou efeito depressivo em variáveis tecnológicas do caldo e do colmo, como pureza, AR, ATR e PC.

**Termos de indexação:** Produtividade, *Saccharum* spp., Adubação molibídica.

### INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar apresenta importância econômica para o Brasil desde o período colonial, sendo, atualmente, o maior produtor, responsável por 33% da produção mundial (JADOSKI et al., 2010; CONAB, 2014).

Devido à comprovada importância da cultura para a economia nacional, anualmente, os centros de pesquisa em melhoramento vegetal distribuídos pelo país, vêm selecionando híbridos tolerantes a pragas e doenças, elevadas produtividade, e indicadores de qualidade das variáveis tecnológicas, como: teor de fibra e de açúcar recuperável na cana; pureza, sólidos solúveis, açúcares redutores e percentagem de sacarose

aparente no caldo (LIMA NETO et al. 2013). Considerando os impactos que a nutrição destes híbridos pode causar nessas variáveis, há uma crescente necessidade do maior conhecimento sobre a sua nutrição, principalmente no que se refere ao N. Uma vez que o manejo inadequado da adubação nitrogenada de um canavial pode levar a drásticas reduções de produtividade (VITTI et al., 2007).

O N é um nutriente muito absorvido pela cana-de-açúcar, de 94 a 260 kg ha<sup>-1</sup> de N, variando com o genótipo, sendo superado apenas pelo K (OLIVEIRA et al., 2010). A cana-de-açúcar absorve o N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e o N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> do solo, sendo esta última forma a predominante em solos aerados (ROBINSON et al., 2011). Para a assimilação do N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, se faz necessário que haja Mo disponível no solo em quantidades adequadas, uma vez que este micronutriente atua como regulador da enzima responsável pela primeira etapa da redução do NO<sub>3</sub><sup>-</sup> a NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, a redutase do nitrato (CAMPBELL, 1999; LI-PING et al., 2007). Desta forma, a disponibilidade de Mo afeta diretamente a assimilação de N e, conseqüentemente, a produção de colmos e a qualidade tecnológica da cana.

Além do efeito na atividade da redutase do nitrato (ARN), o Mo também regula a atividade da nitrogenase (AN), enzima responsável pela fixação biológica de N. Li-Ping et al. (2007a) avaliaram o comportamento da AN em cana-de-açúcar sob o efeito de doses crescentes de Mo. Segundo os autores, apesar da aplicação de Mo elevar a AN, esta variou com o tecido e o genótipo. Nesse contexto, a escassez ou baixa disponibilidade de Mo no solo pode reduzir a ARN e a AN e, com isso a absorção e a assimilação de N, levando a redução da produtividade de colmos (FITRI et al., 2008).

Assim, neste trabalho objetivou-se avaliar o efeito da adubação nitrogenada e molibídica na produtividade de colmos e nos atributos tecnológicos de variedades de cana-de-açúcar.



## MATERIAL E MÉTODOS

Conduziu-se um experimento em campo na Estação Experimental de Cana-de-açúcar de Carpina, no município de Carpina – PE, em um ARGISSOLO VERMELHO AMARELO distrocóseo, de março de 2013 a março de 2014.

Foram utilizadas duas variedades de cana-de-açúcar, a RB867515 e a RB92579, respectivamente, a mais cultivada no Brasil e na região nordeste (CHAPOLA et al., 2012), submetidas a duas doses de N (0 e 60 kg ha<sup>-1</sup>) e duas doses de Mo (0 e 200 g ha<sup>-1</sup>), baseadas no estudo da interação da adubação nitrogenada e molíbdica em cana-de-açúcar desenvolvido por Oliveira (2012).

O experimento foi instalado 40 dias após a correção do solo com a aplicação de 2,2 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico, no delineamento em blocos casualizados, em arranjo fatorial de tratamentos (2 x 2 x 2), com quatro repetições, totalizando 32 unidades experimentais. Cada parcela foi composta por sete sulcos de 10 m de comprimento, espaçados por um metro, totalizando 70 m<sup>2</sup>. A área útil foi formada pelos cinco sulcos centrais descartando um metro das extremidades, totalizando 40 m<sup>2</sup>.

Aos 365 dias após o plantio (DAP) foi realizada a queima da palhada, o corte das canas e a avaliação da produtividade de colmos por hectare (TCH). Foram tomados aleatoriamente 10 colmos e enviados ao laboratório da Usina Petribu S/A, no município de Lagoa de Itaenga – PE, para avaliação das variáveis agroindustriais. Para isso, as amostras foram trituradas em forrageira e retiradas subamostras, seguindo a metodologia sugerida pelo CONSECANA (2006). As subamostras foram submetidas à prensa hidráulica por um minuto, sob pressão de 250 kg cm<sup>-2</sup>, coletando-se o caldo. Nele se determinou: a pureza; os teores de sólidos solúveis totais (°Brix) com refratômetro digital; a percentagem de sacarose aparente no caldo (Pol), com uso de sacarímetro automático; e a percentagem de açúcares redutores (AR).

No colmo foi determinado: a percentagem de fibras; a percentagem de sacarose no colmo (PC); e o açúcar teórico recuperável (ATR). As variáveis fibras, Pol, pureza e ATR foram estimadas segundo a metodologia descrita pelo CONSECANA (2006). A produtividade de Pol ou tonelada de Pol por hectare (TPH) foi estimada pela equação: TPH = TCH x PC/100, conforme Lima Neto et al. (2013).

A produtividade de colmos e as variáveis agroindustriais foram avaliadas em função das variedades de cana e das adubações nitrogenada e

molíbdica. Esses dados foram submetidos à análise da variância (ANOVA) pelo teste 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

A produtividade de colmos (TCH) e de Pol (TPH) pelos genótipos de cana foi dependente da adubação molíbdica, tendo o mesmo comportamento em ambas as variáveis (**Tabela 1**). Quando se avalia o efeito das doses de Mo em cada variedade, se constata que apenas a RB867515 respondeu positivamente a adubação molíbdica, sendo observados incrementos nos valores de TCH e TPH da ordem de 21%. Esses resultados permitem recomendar a adubação molíbdica no cultivo da RB867515, independentemente da dose de N aplicada, para promover incrementos na produção de colmos.

O número de publicações que avaliaram a produtividade de colmos de variedades de cana-de-açúcar sob o efeito da adubação molíbdica é pequeno (POLIDORO, 2001; OLIVEIRA, 2012) e apresentaram resultados controversos. Oliveira (2012) não encontrou efeito significativo da adubação molíbdica em TCH. Entretanto, Polidoro (2001) obteve aumento de 25% na produtividade de colmos apenas pela aplicação de 400 g ha<sup>-1</sup> de Mo, corroborando o resultado deste trabalho.

Possivelmente, a adubação molíbdica aumentou os teores de Mo disponível no solo, a RB867515 o absorveu mais e estimulou a extração de N, seja pelo aumento da assimilação de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, por atuar como ativador da redutase do nitrato e/ou por potencializar a FBN, pela participação na enzima bacteriana responsável pela redução do N<sub>2</sub> a NH<sub>3</sub>, a nitrogenase, o que elevou a produtividade de colmos e de Pol.

A pureza do caldo das canas se apresentou variável com os tratamentos, tendo redução de 3% pela aplicação de N (**Tabela 2**). No entanto, esses valores, mesmo reduzidos pela adubação nitrogenada, não foram inferiores a indicação do CONSECANA (2006). De acordo com essas normas de qualidade, as unidades industriais podem recusar o carregamento da cana quando a pureza for < 75%.

Os valores de AR variaram pela adubação molíbdica e pelo efeito sinérgico entre a aplicação de N e os genótipos de cana (**Tabela 2**). A aplicação de 200 g ha<sup>-1</sup> de Mo causou efeito deletério no AR, reduzindo os seus valores em 24%. Quando se avalia o efeito da adubação nitrogenada em cada variedade de cana, se



constata que apenas na RB867515 o AR foi alterado, sendo reduzido em 50%. Não houve diferença entre os valores de AR entre as canas na ausência ou presença de N. Tasso Júnior et al. (2007) avaliaram o efeito de diferentes combinações de adubação orgânica e mineral na SP813250 cultivada no município de Pontal – SP. Segundo os autores, os valores de AR foram de 0,31% com a aplicação de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, que são próximos aos observados neste trabalho.

Não foram observadas diferenças nos valores de sólidos solúveis e de Pol entre as variedades de cana e com a aplicação dos fertilizantes. Os valores de fibra não foram diferentes nas variedades, nem pela aplicação de N e nem pela aplicação de Mo.

Os valores de PC e de ATR diferiram apenas pela adubação nitrogenada (**Tabela 2**). Em ambas as variedades de cana a aplicação de 60 kg ha<sup>-1</sup> de N causou efeito deletério nas variáveis agroindustriais PC e ATR. Os valores de PC encontrados neste trabalho, independentemente da dose de N, foram, em média, 16% maiores que o observado por Tasso Júnior et al. (2007).

## CONCLUSÕES

A variedade de cana-de-açúcar RB867515 respondeu a adubação molibídica, tendo sua produtividade de colmos (TCH) e de Pol (TPH) aumentadas com a aplicação de 200 g ha<sup>-1</sup> de Mo;

A adubação nitrogenada causou efeito depressivo em variáveis tecnológicas do caldo e do colmo, como pureza, AR, ATR e PC.

## REFERÊNCIAS

CAMPBELL, W. H. NITRATE REDUCTASE STRUCTURE, FUNCTION AND REGULATION: Bridging the Gap between Biochemistry and Physiology. **Annual review of plant physiology and plant molecular biology**, v. 50, p. 277–303, jun. 1999.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira - Cana-de-açúcar SAFRA 2013/14. **Conab**, v. 1, n. Abril, p. 1–14, 2014.

CONSECANA - CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR, A. E Á. DO E. DE S. P. **Manual de instruções**. [s.l.: s.n.]. p. 112

CHAPOLA ET AL., R. G. **Censo varietal 2012**. Araras: CCA-UFSCar, 2012. p. 55

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. p. 212

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, 627 p., 2009.

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.

JADOSKI, C. J. et al. Fisiologia do desenvolvimento do estágio vegetativo da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 3, n. 2, p. 169–176, 2010.

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.

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 molibídica em cana-de-açúcar**. [s.l.] Universidade Federal Rural de Pernambuco - Recife, 2012.

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 Ciência do Solo**, v. 34, n. 4, p. 1343–1352, 2010.

OLIVEIRA, E. C. A. DE et al. Produtividade, eficiência de uso da água e qualidade tecnológica de cana-de-açúcar submetida a diferentes regimes hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 446, n. 6, p. 617–625, 2011.

POLIDORO, J. C. **O molibdênio na nutrição nitrogenada e na contribuição da fixação biológica de nitrogênio associada a cultura da cana-de-açúcar**. [s.l.] Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Seropédica, 2001.

ROBINSON, N. et al. Nitrate paradigm does not hold up for sugarcane. **PloS one**, v. 6, n. 4, p. e19045, jan. 2011.

TASSO JÚNIOR, L. et al. Produtividade e qualidade de cana-de-açúcar cultivada em solo tratado com lodo de esgoto, vinhaça e adubos minerais. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 27, n. 1, p. 276–283, 2007.

VITTI, A. C. et al. Produtividade da cana-de-açúcar relacionada ao nitrogênio residual da adubação e do sistema radicular. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 249–256, 2007.

WOLFINGER, R.; CHANG, M. **Comparing the SAS @ GLM and MIXED Procedures for Repeated Measures**. Disponível em: <<http://support.sas.com/rnd/app/stat/papers/mixedglm.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2014.



**Tabela 1.** Produtividade de colmos (TCH) e de Pol (TPH) de diferentes variedades de cana-de-açúcar submetidas a aplicação de N e de Mo aos 365 dias após o plantio (DAP).

| Fator        | TCH                      |          |       | TPH                      |          |       |
|--------------|--------------------------|----------|-------|--------------------------|----------|-------|
|              | Mo (g ha <sup>-1</sup> ) |          | Média | Mo (g ha <sup>-1</sup> ) |          | Média |
|              | 0                        | 200      |       | 0                        | 200      |       |
| Variedade    | Mg ha <sup>-1</sup>      |          |       |                          |          |       |
| RB867515     | 52,96 Ab                 | 64,02 Aa | 58,49 | 9,32 Ab                  | 11,32 Aa | 10,32 |
| RB92579      | 48,04 Aa                 | 47,78 Ba | 47,91 | 8,37 Aa                  | 8,60 Ba  | 8,48  |
| <b>Média</b> | 50,50                    | 55,90    |       | 8,84                     | 9,96     |       |
|              | F                        |          |       | F                        |          |       |
| Variedade    | 16,73 <sup>***</sup>     |          |       | 21,26 <sup>***</sup>     |          |       |
| Mo           | 4,37 <sup>*</sup>        |          |       | 7,20 <sup>*</sup>        |          |       |
| N            | 2,75 <sup>ns</sup>       |          |       | 0,22 <sup>ns</sup>       |          |       |
| Mo*N         | 1,58 <sup>ns</sup>       |          |       | 2,71 <sup>ns</sup>       |          |       |
| Var*Mo       | 4,80 <sup>*</sup>        |          |       | 4,60 <sup>*</sup>        |          |       |
| Var*N        | 0,13 <sup>ns</sup>       |          |       | 0,03 <sup>ns</sup>       |          |       |
| Var*Mo*N     | 0,64 <sup>ns</sup>       |          |       | 2,36 <sup>ns</sup>       |          |       |
| CV (%)       | 13,5                     |          |       | 5,9                      |          |       |

Letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna não diferem pelo teste de Tukey; <sup>ns</sup> não significativo; \*, \*\*, \*\*\* significativos, respectivamente, aos níveis de 5%, 1% e 0,1%, de probabilidade.

**Tabela 2.** Pureza, açúcares redutores (AR), Pol na cana (PC) e açúcar teórico recuperável (ATR) no colmo de diferentes variedades de cana-de-açúcar submetidas a aplicação de N e de Mo aos 365 dias após o plantio (DAP).

| Fator                    | Pureza                   |            |       | AR                       |            |       | PC                       |            |       | ATR                      |             |        |
|--------------------------|--------------------------|------------|-------|--------------------------|------------|-------|--------------------------|------------|-------|--------------------------|-------------|--------|
|                          | N (kg ha <sup>-1</sup> ) |            | Média | N (kg ha <sup>-1</sup> ) |            | Média | N (kg ha <sup>-1</sup> ) |            | Média | N (kg ha <sup>-1</sup> ) |             | Média  |
|                          | 0                        | 60         |       | 0                        | 60         |       | 0                        | 60         |       | 0                        | 60          |        |
| Variedade                | %                        |            |       |                          |            |       |                          |            |       |                          |             |        |
| RB867515                 | 92,01                    | 88,56      | 90,28 | 0,25<br>Ab               | 0,50<br>Aa | 0,37  | 18,43                    | 17,03      | 17,73 | 173,21                   | 162,31      | 167,76 |
| RB92579                  | 91,41                    | 89,48      | 90,44 | 0,36<br>Aa               | 0,39<br>Aa | 0,37  | 17,03                    | 17,46      | 17,77 | 173,14                   | 165,78      | 169,46 |
| <b>Média</b>             | 91,71<br>a               | 89,02<br>b |       | 0,30                     | 0,44       |       | 18,26<br>a               | 17,25<br>b |       | 173,18<br>a              | 164,04<br>b |        |
| Mo (g ha <sup>-1</sup> ) | kg Mg <sup>-1</sup>      |            |       |                          |            |       |                          |            |       |                          |             |        |
| 0                        | 90,30                    |            |       | 0,41 A                   |            |       |                          |            |       | 19,72                    |             |        |
| 200                      | 90,43                    |            |       | 0,33 B                   |            |       |                          |            |       | 20,19                    |             |        |
| <b>Média</b>             | 90,36                    |            |       | 0,37                     |            |       |                          |            |       | 19,95                    |             |        |
|                          | F                        |            |       | F                        |            |       | F                        |            |       | F                        |             |        |
| Variedade                | 0,04 <sup>ns</sup>       |            |       | 0,03 <sup>ns</sup>       |            |       | 0,01 <sup>ns</sup>       |            |       | 0,24 <sup>ns</sup>       |             |        |
| Mo                       | 0,03 <sup>ns</sup>       |            |       | 4,92 <sup>*</sup>        |            |       | 0,56 <sup>ns</sup>       |            |       | 1,60 <sup>ns</sup>       |             |        |
| N                        | 11,97 <sup>***</sup>     |            |       | 14,56 <sup>***</sup>     |            |       | 5,11 <sup>*</sup>        |            |       | 6,71 <sup>*</sup>        |             |        |
| Mo*N                     | 0,03 <sup>ns</sup>       |            |       | 3,72 <sup>ns</sup>       |            |       | 0,00 <sup>ns</sup>       |            |       | 0,13 <sup>ns</sup>       |             |        |
| Var*Mo                   | 1,00 <sup>ns</sup>       |            |       | 3,30 <sup>ns</sup>       |            |       | 0,64 <sup>ns</sup>       |            |       | 1,59 <sup>ns</sup>       |             |        |
| Var*N                    | 0,98 <sup>ns</sup>       |            |       | 9,34 <sup>**</sup>       |            |       | 0,76 <sup>ns</sup>       |            |       | 0,26 <sup>ns</sup>       |             |        |
| Var*Mo*N                 | 0,02 <sup>ns</sup>       |            |       | 3,28 <sup>ns</sup>       |            |       | 0,72 <sup>ns</sup>       |            |       | 2,33 <sup>ns</sup>       |             |        |
| CV (%)                   | 2,3                      |            |       | 3,6                      |            |       | 6,9                      |            |       | 5,7                      |             |        |

Letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna não diferem pelo teste de Tukey; <sup>ns</sup> não significativo; \*, \*\*, \*\*\* significativos, respectivamente, aos níveis de 5% e 1%, de probabilidade.