

Novas Fontes de Fertilizantes Nitrogenados para Adubação de Soqueira Colhida Sem Queima. Efeitos na Planta⁽¹⁾

Beatriz Nastaro⁽²⁾; Rafael Otto⁽³⁾; Michele Xavier Vieira Megda⁽²⁾; Eduardo Mariano⁽²⁾; José Marcos Leite⁽²⁾; Paulo Cesar Ocheuze Trivelin⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Trabalho financiado pelo CNPq (Processo 574982/2008-6) e pela Yara International®

⁽²⁾ Doutorando em Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP. E-mail: bianastaro@yahoo.com.br.

⁽³⁾ Pós-doutorando, Laboratório de Isótopos Estáveis, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba, SP.

⁽⁴⁾ Professor, Laboratório de Isótopos Estáveis, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba, SP.

RESUMO: A ureia é o principal fertilizante nitrogenado utilizado no Brasil, porém sua aplicação superficial em áreas de cana-crua pode resultar em perdas expressivas de N-NH₃ por volatilização. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de duas novas fontes de fertilizantes disponíveis no mercado brasileiro, o Yarabella Nitromag e o Yaramilla, em comparação à ureia e ao nitrato de amônio, na produção de biomassa de cana-de-açúcar em condições de campo no Brasil. Foi desenvolvido um experimento em um Latossolo Vermelho, no delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos constaram das quatro fontes acima mencionadas na dose de 100 kg ha⁻¹ de N, além de doses de N na forma de Nitromag (50, 150 e 200 kg ha⁻¹ N) e um controle (sem N). Os fertilizantes foram aplicados sobre a palha em agosto de 2011 e as avaliações foram realizadas em agosto de 2012, com a variedade CTC 15. Foi avaliado o perfilhamento e a biomassa de colmos, folha seca e ponteiros. Os fertilizantes nitrogenados aumentaram o perfilhamento da cana-de-açúcar, com exceção do nitrato de amônio. Os fertilizantes Yarabella Nitromag e Yaramilla aumentaram a biomassa de colmos e de folha seca. Não houve efeito dos fertilizantes na umidade dos compartimentos da cana, assim como na taxa de produção de palha. A elevada produtividade do tratamento controle e a ausência de resposta às doses de N indicam que o solo foi capaz de suprir a demanda da planta por meio da mineralização do N da matéria orgânica do solo.

Termos de indexação: *Saccharum* spp., Nitrogênio, soqueira

INTRODUÇÃO

A adubação nitrogenada se destaca com uma das práticas culturais mais estudadas na maioria das culturas, incluindo a cana-de-açúcar. Isso se deve ao fato desse nutriente estar diretamente relacionado com o crescimento e produção da cultura, influenciando inclusive a necessidade nutricional dos demais nutrientes pela planta, uma vez que a demanda de nutrientes durante o

crescimento da cultura é determinada pela quantidade dos nutrientes acumulados em relação à produção de fitomassa (Oliveira, 2011).

Dentre as fontes de fertilizantes nitrogenados atualmente utilizados em cana-de-açúcar, a ureia é a utilizada em maior quantidade. Entretanto, a área sob colheita mecanizada sem queima (cana-crua) está aumentando consideravelmente em todo o Brasil, resultando na manutenção da palha na superfície do solo. Nesse sistema, a aplicação de ureia na superfície do solo resulta em perdas consideráveis de N-NH₃ por volatilização (Lara Cabezas, 1998, Trivelin et al., 2002), podendo resultar em queda da produtividade do canavial e prejuízos ao agricultor.

O nitrato de amônio é um fertilizante que pode ser utilizado em substituição à ureia para aplicação superficial em áreas de cana-crua, resultando em baixas taxas de perdas por volatilização (Vitti et al., 2007). Entretanto, os principais inconvenientes do uso do nitrato de amônio referem-se à dificuldade na sua aquisição (devido às exigências legais) e à capacidade deste fertilizante em absorver umidade do ar (devido à baixa umidade crítica), o que dificulta o armazenamento e aplicação.

Visando eliminar as principais restrições do uso do nitrato de amônio, surgiu recentemente no mercado brasileiro o produto Yarabella Nitromag. Este fertilizante é produzido pela mistura de nitrato de amônio e dolomita antes do processo de granulação. Este produto possui menor capacidade de absorção de água do que o nitrato de amônio, melhor qualidade física (maior dureza dos grânulos) e não possui restrições legais para sua aquisição. Outro produto recentemente lançado no mercado brasileiro trata-se do Yaramilla, que contém todos os nutrientes (NPK) no mesmo grânulo, na forma de mistura granulada. Apesar dos benefícios aparentes destes fertilizantes, que já são comercializados no mercado brasileiro, o seu efeito na planta e no solo ainda não foram avaliados no Brasil.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de fontes e doses de fertilizantes nitrogenados em parâmetros de crescimento da cultura da cana-de-açúcar em condições de campo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em condições de campo, em área comercial de cana-de-açúcar pertencente à Usina Estiva, localizada no município de Novo Horizonte, SP. O solo da área foi previamente classificado como LATOSSOLO VERMELHO de textura média, e o cultivar de cana-de-açúcar utilizado foi o CTC15, avaliado na primeira soqueira (safra 2011/2012).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos constaram de quatro fontes nitrogenadas na dose de 100 kg ha⁻¹ de N (Ureia – 45% de N, Nitrato de Amônio – 32% de N, Yarabella-Nitromag-26% de N, 4% de Ca e 2% de Mg e Yaramilla-21% de N, 07% de P₂O₅ e 14% de K₂O), quatro doses de N na forma de Yarabella-Nitromag (50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de N), além de um tratamento controle sem adição de N mineral. O fertilizante Yarabella Nitromag é produzido por meio da mistura de nitrato de amônio e dolomita no processo de granulação. O Yaramilla é produzido pela mistura de fontes nitrogenadas, fosfatadas e potássica, sendo posteriormente granulado, resultando em um mistura granulada (todos os nutrientes no mesmo grânulo).

Cada parcela experimental possuía 180 m², distribuídos em oito linhas de cana-de-açúcar, com 15 metros de comprimento e espaçamento entre linhas de 1,5 m. Os fertilizantes foram aplicados sobre a palha, ao lado da linha de cana-de-açúcar (distante 25 cm do centro da linha da cana-de-açúcar) em agosto de 2011, cerca de dois meses após a colheita da cana-planta. Além do nitrogênio, também foi aplicado potássio e fósforo em todos os tratamentos, na dose de 85 kg ha⁻¹ K₂O e 35 kg ha⁻¹ P₂O₅ (no tratamento Yaramilla, estes nutrientes foram fornecidos pelo próprio fertilizante, não sendo realizada aplicação adicional).

Em agosto de 2012 foi realizada avaliação biométrica para estimativa do perfilhamento e produção de biomassa pelos compartimentos da planta. Foi realizada contagem de perfilhos em três linhas, nos 10 m centrais da parcela. A avaliação biométrica consistiu na amostragem das plantas de cana-de-açúcar presentes em dois metros de linha, separando-se as amostras em colmos, folhas secas e ponteiros. A massa de matéria seca foi obtida diretamente no campo, por meio da pesagem em balança de campo (precisão de 0,02 kg). As amostras foram posteriormente processadas em trituradora de forragem, sendo posteriormente coletada uma subamostra que foi acondicionada em

saco plástico. Até a chegada ao laboratório, as subamostras permaneceram congeladas para manutenção da umidade.

No laboratório, as amostras foram descongeladas e transferidas para sacos de papel. As subamostras foram pesadas antes e após secagem em estufa com circulação forçada de ar (65 °C até estabilização da massa) para determinação da umidade do material, expressa em porcentagem de umidade.

A massa de matéria úmida de colmos, folhas secas e ponteiros foi obtida considerando o número de perfilhos por hectare (obtido na avaliação do perfilhamento) e a massa de matéria úmida dos compartimentos (colmo, folha seca e ponteiro) de cada perfilho. Para obtenção da massa de matéria seca multiplicou-se a massa de matéria úmida pela umidade de cada compartimento.

Finalmente, foi também calculada a taxa de produção de resíduos vegetais (folha seca e ponteiro), por meio da equação: (massa seca de folha seca + massa seca de ponteiro) / massa úmida de colmos, resultando na taxa de produção de resíduos em t de resíduos vegetais/tonelada de colmos.

A análise estatística foi realizada com o Software SISVAR (FERREIRA, 2003), procedendo-se à análise de variância pelo teste F ao nível de significância de 10%. Para as causas de variação significativas aplicou-se o teste LSD (P<0,10) para comparar os tratamentos qualitativos (fontes de N) e análise de regressão de 1º e 2º grau para os tratamentos quantitativos (doses de N).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As fontes nitrogenadas favoreceram o perfilhamento da cana-de-açúcar, com exceção do nitrato de amônio (Tabela 1). O aumento no perfilhamento pela adição de fertilizante nitrogenado é bem relatado na literatura, possivelmente em função do favorecimento no crescimento radicular e aumento da área foliar, o que permite a manutenção de maior número de perfilhos pela maior capacidade de resistir à competição intraespecífica.

Os fertilizantes nitrogenados Yarabella Nitromag e Yaramilla favoreceram o acúmulo de biomassa de colmo e folha seca (base úmida), sem promover efeitos na biomassa de ponteiros (Tabela 1). A Ureia e o Nitrato de Amônio apresentaram resultados semelhantes ao Controle (sem N). O efeito superior do Yarabella Nitromag deve-se, provavelmente, à presença de cálcio e magnésio em sua constituição, enquanto que o efeito do Yaramilla provavelmente esteja associado à presença de parte do fósforo na

forma de polifosfatos. A produtividade elevada ($101,8 \text{ t ha}^{-1}$ de colmos) obtida no tratamento controle evidencia a capacidade de fornecimento de N por meio da mineralização da matéria orgânica do solo. Este fato provavelmente limitou a possibilidade de resposta dos tratamentos com Ureia e Nitrato de Amônio.

Os fertilizantes nitrogenados pouco modificaram a umidade dos compartimentos da cana-de-açúcar, que ficaram na faixa de 72% de umidade para os colmos, 14% para a folha seca e 77% para os ponteiros. Houve, na verdade, pequeno aumento na umidade dos ponteiros para o tratamento Nitrato de Amônio e Ureia (Tabela 1). Atribue-se este resultado a algum erro no processo de avaliação da umidade deste compartimento.

Quando considerada a produção de matéria seca dos compartimentos, somente houve efeito favorável dos tratamentos na produção de folha seca. Para biomassa de colmos verifica-se efeito somente quando considerado um nível de significância mais elevado, da ordem de 19%. Considerando as incertezas e variações naturais de experimentos de campo desta natureza, pode-se considerar este resultado como indicativo de efeito favorável dos fertilizantes nitrogenados no acúmulo de biomassa seca de colmos neste experimento.

A taxa de produção de palha variou de 13 a $13,8 \text{ t/t}$ de colmos, sem diferir entre os tratamentos. Este resultado é ligeiramente superior ao relatado na literatura, da ordem de 10 t de palha/t de colmos (Robertson e Thorburn, 2007). Este valor certamente sofre influência da variedade estudada, sendo um importante parâmetro para estudos da capacidade da ciclagem de nutrientes dos resíduos culturais ou viabilidade do recolhimento de palha para geração de energia ou etanol, questão de interesse recente no Brasil.

Quando avaliada a Tabela 2, observa-se que houve pequeno efeito das doses de N no aumento da biomassa dos compartimentos da cana-de-açúcar. Os maiores valores para todos os parâmetros foram obtidos com a dose de 100 kg ha^{-1} de N, justamente a dose utilizada para o estudo das fontes de N discutidos anteriormente. Somente houve efeito significativo das doses de N na produção de biomassa úmida e seca de folha seca (Tabela 2).

Por fim, este estudo demonstrou um efeito favorável das fontes Yarebella Nitromag e Yaramilla na produção de biomassa de cana-de-açúcar, enquanto não se observou efeito das doses de N nos parâmetros avaliados. Outro resultado interessante foi a elevada produtividade de colmos obtida no tratamento controle (sem N), evidenciando que o solo foi capaz de suprir a demanda da planta em N, possivelmente por meio da mineralização do

N da matéria orgânica do solo. Este resultado é coerente com outros estudos realizados em condições semelhantes no Estado de São Paulo (Otto et al., 2013), indicando que em determinadas condições o solo apresenta elevada capacidade de fornecimento de N às plantas.

CONCLUSÕES

Os fertilizantes nitrogenados favoreceram o perfilhamento da cana-de-açúcar

Os fertilizantes nitrogenados Yarebella Nitromag e Yaramilla mostraram-se superiores à Ureia e ao Nitrato de Amônio na produção de biomassa da cana-de-açúcar.

A adubação nitrogenada não alterou a umidade dos compartimentos da cana-de-açúcar, assim como a taxa de produção de palha.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Processo 574982/2008-6) e Yara International[®] pelo financiamento do projeto; à Usina São José da Estiva e ao CTC pelo apoio logístico e operacional; à CAPES pela concessão de bolsa à primeira autora e à FAPESP pela concessão de bolsa ao segundo, terceiro, quarto e quinto autores.

REFERÊNCIAS

- FERREIRA, D. F. Programa de análises estatísticas (statistical analysis software) e planejamento de experimentos – SISVAR 5.0 (Build 67). Lavras: DEX/UFLA, 2003.
- LARA CABEZAS, W.A.R. Comportamento dos adubos nitrogenados em clima e solo de Cerrado. Revista Plantio Direto, 52-60, 1998.
- OLIVEIRA, E.C.A. Balanço nutricional da cana-de-açúcar relacionada à adubação nitrogenada, 2011. 213 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.
- OTTO, R.; MULVANEY, R.L.; KHAN, S.A.; TRIVELIN, P.C.O. Quantifying soil nitrogen mineralization to improve fertilizer nitrogen management of sugarcane. Biol Fertil Soils, 1: 1-2, 2013.
- ROBERTSON, F.A.; THORBURN, P.J. Management of sugarcane harvest residues: consequences for soil carbon and nitrogen. Australian Journal of Soil Research, 45: 13-23, 2007.
- TRIVELIN, P.C.O.; OLIVEIRA, M.W., VITTI, A.C.; GAVA, G.J.C.; BENDASSOLLI, J.A. Perdas do nitrogênio da uréia no sistema solo-planta em dois ciclos de cana-de-açúcar. Pesq. Agropec. Bras., 37, 2: 193-201, 2002.

VITTI, A.C.; TRIVELIN, P.C.O.; GAVA, G.J.C.; FRANCO, H.C.J.; BOLOGNA, I.R.; FARONI, C.E. Produtividade da cana-de-açúcar relacionada à localização de adubos nitrogenados aplicados sobre os resíduos culturais em canavial sem queima. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 31: 491-498, 2007.

Tabela 1 – Efeito das fontes de nitrogênio no perfilhamento e no acúmulo de biomassa dos compartimentos da cana-de-açúcar.

Fontes de N	Perfilhamento	Massa úmida			Umidade			Massa seca			Produção de palha
		Colmo	Folha Seca	Ponteiro	Colmo	Folha Seca	Ponteiro	Colmo	Folha Seca	Ponteiro	
	perfilhos/m	t/ha			%			t/ha			t/100 t colmos
Controle	12.95 ab	101.8 c	10.3 c	20.2	71.9	13.9	75.6 bc	28.6 c	8.9 c	5.0	13.6
Nitrato Amônio	12.50 b	105.7 bc	11.4 abc	20.5	72.5	15.9	79.9 a	29.1 bc	9.6 bc	4.1	13.0
Ureia	13.35 a	104.1 c	11.1 bc	19.5	71.5	13.6	77.9 ab	29.7 abc	9.5 bc	4.3	13.2
Nitromag	13.56 a	117.2 a	12.5 a	22.0	72.3	12.5	76.6 bc	32.4 a	11.0 a	5.2	13.8
Yaramilla	13.30 a	115.3 ab	11.9 ab	22.3	72.1	15.3	74.7 c	32.1 bc	10.0 a	5.7	13.7
Média	13.13	108.8	11.4	20.9	72.1	14.3	76.9	30.4	9.8	4.9	13.5
P>	0.11	0.07	0.06	0.5	0.51	0.75	0.06	0.19	0.01	0.18	0.54
CV	4.2	7.4	8.2	12.5	1.3	27.8	3	8.6	6.4	19.6	5.3
DMS	0.69	10	1.2	3.3	1.1	5	2.9	3.3	0.8	1.2	0.9

Letras iguais na coluna indica não haver diferença significativa entre os tratamentos pelo teste LSD ao nível de 10% de significância. CV, coeficiente de variação. DMS, diferença mínima significativa.

Tabela 2 – Efeito das doses de nitrogênio no perfilhamento e no acúmulo de biomassa dos compartimentos da cana-de-açúcar.

Doses de N	Perfilhamento	Massa úmida			Umidade			Massa seca			Produção de palha
		Colmo	Folha Seca	Ponteiro	Colmo	Folha Seca	Ponteiro	Colmo	Folha Seca	Ponteiro	
	perfilhos/m	t/ha			%			t/ha			t/100 t colmos
0	12.95	101.8	10.3	20.2	71.9	13.9	75.6	28.6	8.9	5.0	13.6
50	13.18	109.9	11.7	21.4	71.6	15.7	76.8	31.2	9.8	5.0	13.5
100	13.56	117.2	12.5	22.0	72.3	12.5	76.6	32.4	11.0	5.2	13.8
150	13.35	106.7	11.8	21.1	73.0	19.7	75.7	28.7	9.5	5.1	13.7
200	13.53	107.4	10.6	23.0	72.1	11.4	73.7	30.1	9.4	6.0	14.5
Média	13.31	108.6	11.4	21.5	72.2	14.6	75.7	30.2	9.7	5.2	13.8
P>	0.58	0.47	0.11	0.7	0.28	0.11	0.27	0.55	0.07	0.33	0.8
CV (%)	4.4	10.7	10.3	13.5	1.3	29.1	2.6	12.2	9.5	15.2	8.6
R ² -RL	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
R ² -LQ	NS	NS	98.2	NS	NS	NS	NS	NS	68.9	NS	NS

CV, coeficiente de variação. R², coeficiente de determinação; RL, regressão linear; RQ, regressão quadrática.