

Novas fontes de fertilizantes nitrogenados para adubação de soqueira colhida sem queima. Efeitos no solo⁽¹⁾

Saulo Augusto Quassi de Castro⁽²⁾; Rafael Otto⁽³⁾; Eduardo Mariano⁽⁴⁾; Michele Xavier Vieira-Megda⁽⁴⁾; Beatriz Nastaro⁽⁴⁾; Paulo Cesar Ocheuze Trivelin⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Trabalho financiado pela Yara International®

⁽²⁾ Acadêmico de Engenharia Agrônômica, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP. E-mail: saulim4@hotmail.com.

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

⁽⁴⁾ Doutorando em Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.

⁽⁵⁾ Professor, Laboratório de Isótopos Estáveis, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba, SP.

RESUMO: Em alguns anos toda a área cultivada com cana-de-açúcar será colhida mecanicamente sem-queima (cana-crua), dificultando a operação de incorporação de fertilizantes nitrogenados. Novas fontes de fertilizantes nitrogenados são buscadas para aplicação sobre a palha. Dois produtos foram recentemente lançados no mercado, Yarabella Nitromag (26% N, 4% Ca e 2% Mg) e YaraMilla (21-07-14). O objetivo deste estudo foi avaliar, em condições de campo, os efeitos destes fertilizantes nos atributos químicos do solo, em comparação com fontes tradicionalmente utilizadas. Foi desenvolvido experimento em um Latossolo Vermelho distrófico, em Novo Horizonte, SP, em área de soqueira cultivada com a variedade CTC15. Foram testados quatro fertilizantes (Ureia, Nitrato de Amônio, Yarabella Nitromag e Yaramilla, na dose de 100 kg ha⁻¹ de N) e quatro doses de Yarabella Nitromag (50, 100, 150, 200 kg ha⁻¹ N), além de um controle (sem N). Os fertilizantes foram aplicados em Set/2011 e, após a colheita do canavial (Ago/2012), foi realizada amostragem e análise química do solo nos tratamentos. O uso de fertilizantes nitrogenados aumentou a acidez potencial e diminuiu a saturação por bases do solo, devido à geração de íons H⁺ no processo de nitrificação. Por outro lado, o fertilizante Yarabella Nitromag apresentou potencial de reduzir a queda do pH e aumento da acidez potencial devido à presença da dolomita.

Termos de indexação: Cana-de-açúcar, *Saccharum* spp., Nitrogênio

INTRODUÇÃO

O Brasil é o líder mundial de produção de cana-de-açúcar, cultivando cerca de 8,5 milhões de hectares na safra 2012/2013 (Conab, 2013). A produtividade média nacional é de 75 t ha⁻¹, embora Usinas que adotam maior nível tecnológico obtenham produtividade entre 95 e 100 t ha⁻¹ na média de cinco cortes.

A área sob colheita mecanizada sem queima está aumentando rapidamente no Brasil, especialmente no Estado de São Paulo, devido à exigências ambientais. Esta tendência também deve ocorrer em outros Estados produtores. No sistema de colheita sem queima (“cana-crua”), as folhas secas e o ponteiro são lançados sobre a superfície do solo, perfazendo uma cobertura vegetal denominada de palhada, que varia de 10 a 20 t ha⁻¹ de massa seca.

Apesar da palhada conter entre 40 a 80 kg ha⁻¹ de N, devido à elevada relação C/N do material (entre 80 a 100: 1), há falta de N para os microorganismos decompositores, que por sua vez podem imobilizar temporariamente o N fertilizante adicionado sobre a palha. Por esse motivo, têm-se recomendado aumentar entre 20 a 30% a dose de N no sistema sem queima (Vitti et al., 2008).

A presença da palha sobre a superfície do solo facilita as perdas de NH₃⁺ por volatilização de fontes amídico-amoniacais não incorporadas ao solo. Sendo assim, é necessário aprimorar os manejos de adubação nitrogenada visando à redução de perdas do N-fertilizante, bem como viabilizar a sua utilização em termos econômicos e logísticos (Otto et al., 2011). Enquanto a aplicação superficial de fontes amídico-amoniacais podem resultar em perdas apreciáveis de N por volatilização (Vitti et al., 2007), a incorporação de fertilizantes tornam as perdas desprezíveis do N-fertilizante (Cantarella et al., 1999). Entretanto, em situações de colheita da cana nas épocas secas do ano, a baixa umidade do solo pode dificultar a incorporação dos fertilizantes, sendo necessário avaliar fontes alternativas para a adubação das soqueiras nessa condição (Otto et al., 2011).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito no solo de novas fontes nitrogenadas aplicadas em áreas de cana-crua, comparando-as à fontes tradicionalmente utilizadas no Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Um experimento foi instalado em área comercial de cana-de-açúcar cultivada pela Usina São José da Estiva, em Novo Horizonte, SP. O experimento foi instalado em Setembro de 2011, cerca de um mês após a colheita do primeiro corte da variedade CTC15, em um Latossolo Vermelho-Amarelo de textura média.

Os tratamentos constaram de quatro fontes de N (Yarabella Nitromag, Yaramilla, Uréia e Nitrato de Amônio), quatro doses de N na forma de Nitromag (50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ N), além de um controle (sem N). O experimento foi instalado no delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. As parcelas continham 8 ruas (espaçamento de 1,5 m) e 15 m de comprimento.

O fertilizante Yarabella Nitromag é produzido por meio da mistura de nitrato de amônio e dolomita no processo de granulação, contendo 26% N, 4% Ca e 2% Mg. O Yaramilla é produzido pela mistura de fontes nitrogenadas, fosfatadas e potássica, sendo posteriormente granulado. A composição final da fonte testada foi 21-07-14 na forma de mistura granulada. Os fertilizantes foram aplicados sobre a palha, ao lado da linha de cana-de-açúcar. Além do nitrogênio, também foi aplicado potássio, na dose de 85 kg ha⁻¹ K₂O, e fósforo na dose de 35 kg ha⁻¹ P₂O₅.

Após cerca de um ano de desenvolvimento da cana-de-açúcar, as parcelas foram colhidas com colhedora automotriz da própria Usina e os colmos pesados em caminhão instrumentando com célula de carga pertencente ao CTC. A palha foi homogeneamente depositada sobre a área.

Foi realizada amostragem de solo cerca de um mês após a colheita, coletando-se seis subamostras por parcela, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm. As subamostras foram posteriormente misturadas, homogeneizadas, e uma amostra por profundidade foi encaminhada para análise no Laboratório de Solos da ESALQ/USP. Foi utilizada a metodologia descrita em Rajj et al., 2001.

Os resultados foram analisados separadamente considerando-se os tratamentos qualitativos (fontes) e quantitativos (doses). Para cada conjunto de dados, foi realizada análise de variância (ANAVA). Quando o F foi significativo, para os tratamentos qualitativos as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância, enquanto para os tratamentos quantitativos foi realizada análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As fontes nitrogenadas testadas promoveram mudanças semelhantes nos atributos químicos do solo, tanto na camada superficial quanto sub-superficial (Tabela 1). As fontes nitrogenadas alteraram o teor de matéria orgânica do solo na camada superficial, possivelmente por terem favorecido o crescimento microbiano e conseqüentemente a decomposição da palhada. Por outro lado, houve diminuição do teor de Ca na camada superficial, possivelmente devido à maior extração de Ca pela cultura nos tratamentos que receberam os fertilizantes, fato também observado por Otto et al (2009).

Os fertilizantes nitrogenados aumentaram a acidez potencial do solo (H+Al), com conseqüente diminuição na soma de bases e saturação por bases. Este efeito estendeu-se para a camada sub-superficial, conforme verificado pela redução do pH nos tratamentos fertilizados. A diminuição da acidez potencial deve-se ao efeito dos fertilizantes nitrogenados na geração de íons H⁺ no processo de nitrificação, conforme a reação NH₄⁺ + 2O₂ = NO₃⁻ + 2H⁺ + H₂O. Do ponto de vista prático, isso é importante devido ao aumento na necessidade de calagem para controle da acidez quando do uso de fertilizantes nitrogenados.

O efeito das doses de N nos atributos químicos do solo foi menos pronunciado do que o efeito das fontes. O aumento das doses de N não promoveu redução no pH e nem aumento na acidez potencial, também não apresentando efeito na redução da saturação por bases, como observado anteriormente. A explicação a este comportamento deve-se à presença de Ca e Mg provenientes da dolomita no processo de produção do Nitromag. Uma vez que a dolomita é uma rocha carbonática, no processo de solubilização do fertilizante no solo há geração de HCO₃⁻ e posteriormente de OH⁻ em volta dos grânulos, neutralizando qualquer íon H⁺ gerado no processo de nitrificação. Devido ao sentido oposto das duas reações no consumo e produção de H⁺, o efeito final foi a manutenção do pH e da acidez potencial mesmo com o aumento das doses de N. Este comportamento é justamente o esperado com o uso deste fertilizante, que tem como principal objetivo diminuir a queda do pH devido ao uso de fertilizante nitrogenado (comportamento normalmente observado para fontes convencionais como Ureia e Nitrato de Amônio), reduzindo a necessidade de aplicação de calcário em áreas que recebem este fertilizante.



Neste estudo, este comportamento parece ter ocorrido de forma satisfatória.

CONCLUSÕES

O uso de fertilizantes nitrogenados aumenta a acidez potencial e diminui a saturação por bases do solo

O fertilizante Yarabella Nitromag apresenta potencial de reduzir a queda do pH e aumento da acidez potencial devido à presença de dolomita

AGRADECIMENTOS

À Yara International® pelo financiamento do projeto; à Usina São José da Estiva e ao CTC pelo apoio logístico e operacional; à FAPESP pela concessão de bolsa ao primeiro, segundo, terceiro e quarto autores.

REFERÊNCIAS

CANTARELLA, H., ROSSETO, R., BARBOSA, W., PENNA, M.J. & RESENDE, L.C.L. Perdas de nitrogênio por volatilização da amônia e resposta da cana-de-açúcar à adubação nitrogenada, em sistema de colheita de cana sem queima prévia. Revista STAB. 18: 82-87, 1999.

Companhia Nacional de Abastecimento – Conab, Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar, quarto levantamento, abril/2013. In: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_04_09_10_30_34_boletim_cana_portugues_abril_2013_4o_lev.pdf, acessado em 03 de Maio.

OTTO, R., LAZZARINI, P.R.C., VITTI, G.C., LUZ, P.H.C., GOMES, M.A.P., OLIVEIRA, E.C.A., FRANCO, H.C.J., BARTH, G., & FERRERIA, L.R.P. Adubação de cana-crua com aquamônia e solução de uréia: perdas de amônia por volatilização. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33. Uberlândia, 2011. Anais. Uberlândia. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011.

OTTO, R., OLIVEIRA, E.C.A., FRANCO, H.C.J., MARIANO, E., SARTORI, R.H., FORTES, C., & TRIVELIN, P.C.O. Atributos químicos de solos cultivados com cana-de-açúcar em ciclos consecutivos e sob níveis de fertilização nitrogenada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32. Fortaleza, 2009. Anais. Fortaleza. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009.

RAIJ, B. Van, ANDRADE, J.C., CANTARELLA, H., QUAGGIO, J.A. (Ed.) Análise química para avaliação da

fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285 p.

VITTI, A.C., CANTARELLA, H., TRIVELIN, P.C.O., & ROSSETTO, R. 2008. Nitrogênio. p.239-269. In: DINARDO-MIRANDA, L.L. et al. (Eds) Cana-de-Açúcar. IAC, Campinas, São Paulo, Brasil.

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. Rev. Bras. Ciênc. Solo 31: 491:498, 2007.

Tabela 1 - Características químicas do solo em função das fontes de nitrogênio (doses de 100 kg ha⁻¹), na profundidade de 0-20 e de 20-40 cm após a colheita da cana da safra de 2011/2012.

Fonte de N	pH	MO	P	S	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
	CaCl ₂	g dm ⁻³	--- mg dm ⁻³ ---					mmol _c dm ⁻³			%
0-20 cm											
Controle	4,88	13,50 b	8,00	13,50	2,80	14,50 a	5,00	21,00 b	22,28 a	43,40	51,50 a
Ureia	4,75	16,50 a	7,25	13,25	2,33	12,75 ab	3,75	25,75 ab	18,63 ab	44,30	41,75 ab
Nitrato de amônio	4,53	15,00 ab	9,00	14,25	2,05	10,00 b	3,23	28,75 a	15,18 b	43,60	34,75 b
YaraMilla	4,55	14,00 ab	8,25	12,00	2,25	10,50 b	3,50	28,75 a	16,13 b	44,78	36,25 b
Nitromag	4,75	14,25 ab	9,50	16,50	2,40	12,75 ab	4,25	28,00 ab	19,15 ab	47,16	41,00 ab
Média	4,69	14,65	8,40	13,90	2,37	12,10	3,95	26,45	18,27	44,65	41,05
Valor F	1,30 ^{ns}	3,30 ^{**}	1,07 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,98 ^{ns}	4,72 ^{**}	1,82 ^{ns}	3,23 ^{**}	3,50 ^{**}	0,94 ^{ns}	4,03 ^{**}
DMS	0,51	2,52	3,32	12,70	1,09	3,32	2,02	7,12	5,85	6,14	12,83
CV (%)	5,56	8,77	20,19	46,59	23,61	14,01	26,04	13,72	16,32	7,02	15,94
20-40 cm											
Controle	5,05 a	12,00 ab	6,00	5,75	0,85	14,25	4,50	19,50	19,60	39,38	50,00
Ureia	4,90 ab	12,00 ab	3,75	4,75	0,68	13,50	4,25	22,00	18,35	40,48	45,50
Nitrato de amônio	4,73 ab	10,75 ab	5,50	7,50	1,03	11,50	4,00	22,75	16,18	39,23	41,00
YaraMilla	4,65 b	12,75 a	5,00	5,75	0,83	13,00	3,75	25,00	17,83	42,85	41,25
Nitromag	4,98 ab	10,25 b	6,75	5,50	0,70	14,25	4,75	24,50	19,50	43,95	44,50
Média	4,86	11,55	5,40	5,85	0,82	13,30	4,25	22,75	18,29	41,18	44,45
Valor F	2,79*	2,60*	1,11 ^{ns}	0,84 ^{ns}	1,15 ^{ns}	1,23 ^{ns}	0,73 ^{ns}	1,85 ^{ns}	1,13 ^{ns}	3,11*	1,33 ^{ns}
DMS	0,40	2,49	4,19	4,31	0,51	4,02	1,82	6,33	5,17	4,73	12,48
CV (%)	4,15	10,98	39,61	37,61	31,98	15,42	21,80	14,19	14,41	5,85	14,32

^{ns}, não significativo; * e **, significativo a 10 e 5%, respectivamente, pelo Teste F. Letras diferentes na coluna indicam haver diferença significativa entre as fontes pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância. DMS, diferença mínima significativa; CV, coeficiente de variação.

Tabela 2 - Características químicas do solo em função das doses de nitrogênio (50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de N) na forma de Nitromag e do controle (sem N), na profundidade de 0-20 e de 20-40 cm após a colheita da cana da safra de 2011/2012.

Dose de N	pH	MO	P	S	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
	CaCl ₂	g dm ⁻³	--- mg dm ⁻³ ---					mmol _c dm ⁻³			%
0-20 cm											
0	4,88	13,50	8,00	13,50	2,80	14,50	5,00	21,00	22,28	43,40	51,50
50	4,80	13,75	11,50	10,00	2,00	15,00	6,00	25,75	23,03	48,86	46,25
100	4,75	14,25	9,50	16,50	2,40	12,75	4,25	28,00	19,15	47,12	41,00
150	4,65	14,25	8,75	13,50	2,50	13,25	4,00	28,00	19,25	47,12	39,25
200	4,70	13,50	8,00	16,50	2,55	12,00	4,00	26,50	18,53	45,33	42,25
Valor F	0,29 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,77 ^{ns}	0,60 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,66 ^{ns}	1,84 ^{ns}	0,44 ^{ns}	0,43 ^{ns}	1,12 ^{ns}
CV (%)	6,88	12,45	36,27	49,73	32,78	29,87	45,54	16,41	30,32	13,76	20,99
20-40 cm											
0	5,05	12,00	6,00	5,75	0,85	14,25	4,50	19,50	19,60	39,38	50,00
50	5,18	11,25	8,25	4,50	0,88	20,50	6,00	21,50	27,05	48,80	52,25
100	4,98	10,25	6,75	5,50	0,70	14,25	4,75	22,25	19,50	43,95	44,50
150	4,85	11,50	6,00	6,75	0,55	15,25	3,75	23,00	19,33	42,10	44,50
200	4,75	11,00	5,25	7,75	0,78	13,25	3,75	23,75	17,83	40,40	44,25
Valor F	0,40 ^{ns}	1,22 ^{ns}	0,64 ^{ns}	3,84 ^{**}	4,02 ^{**}	0,59 ^{ns}	1,36 ^{ns}	0,66 ^{ns}	0,64 ^{ns}	1,12 ^{ns}	0,36 ^{ns}
CV (%)	10,60	10,47	44,15	20,96	17,43	48,52	34,92	20,17	43,97	16,36	26,53

^{ns}, não significativo; * e **, significativo a 10 e 5%, respectivamente, pelo Teste F. Letras diferentes na coluna indicam haver diferença significativa entre as doses pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância. CV, coeficiente de variação.