



Produtividade e atributos tecnológicos em cana de 5ª soca conduzida sem queima com diferentes doses de nitrogênio em Linhares-ES ⁽¹⁾.

Rafaela Martins da Silva ⁽²⁾; Iara Maria Lopes ⁽³⁾; Shirlei Almeida Assunção ⁽⁴⁾; Heroldo Weber ⁽⁵⁾; Eduardo Lima ⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Curso de Pós-Graduação em Agronomia-Ciência do Solo da UFRRJ.

⁽²⁾ Graduanda do Curso de Engenharia Florestal, Instituto de Agronomia - Bolsista CNPq - UFRRJ, Seropédica, RJ, CEP: 23890-000, rafaellatyns@hotmail.com; ⁽³⁾ Doutoranda do Curso de Pós-Graduação em Agronomia-Ciência do Solo – Bolsista CNPq – UFRRJ, Seropédica, RJ, CEP:23890-000; ⁽⁴⁾ Mestranda do Curso de Pós-Graduação em Agronomia-Ciência do Solo – Bolsista Faperj – UFRRJ, Seropédica, RJ, CEP:23890-000; ⁽⁵⁾ Pesquisador do Programa Nacional de Melhoramento da Cana de Açúcar e Engenheiro Agrônomo - UFPR, Curitiba, PR, CEP: 80060-000; ⁽⁶⁾ Professor Associado IV, Departamento de Solos/IA/UFRRJ, Seropédica, RJ, CEP: 23890-000.

RESUMO: A mudança da colheita com queima da palhada da cana-de-açúcar para colheita sem queima tem instigado a reformulação da adubação nitrogenada. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar, em cana de 5ª soca, a influência das doses crescentes de sulfato de amônio, aplicadas desde a 1ª soca sobre a palhada, na produtividade de colmos, palhada e nos atributos tecnológicos, em experimento conduzido no município de Linhares-ES, na área pertencente à destilaria de álcool LASA, com declividade pouco acentuada onde se encontra um ARGISSOLO AMARELO, textura arenosa/média. Os tratamentos consistiram de cinco doses de N-sulfato de amônio (0; 80; 100; 120 e 160 kg ha⁻¹ de N), sob delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições, em canavial renovado em 2008, variedade RB 867515. As distribuições dos adubos em cada parcela ocorreram, após o corte mecânico da cana crua, de forma uniforme e a aproximadamente 10 cm da linha de cultivo. As canas cortadas foram separadas em colmos, ponteiros e folhas. A partir dessas, determinou-se a produtividade de massa fresca. Através de sub-amostras de colmos, foram determinados os valores dos atributos tecnológicos. As doses crescentes de N- sulfato de amônio não influenciaram a produtividade de massa fresca de colmos e massa seca de palhada, e também, não alteraram os atributos tecnológicos em cana-de-açúcar 5ª soca, colhida mecanicamente ao longo de todo ciclo de cultivo.

Termos de indexação: *Saccharum spp*, sulfato de amônio, cana crua.

INTRODUÇÃO

A produção brasileira de cana-de-açúcar na última safra 2013/2014 atingiu 653.519 mil toneladas (UNICA, 2014), com uma área plantada de aproximadamente 8,8 milhões de hectares (CONAB, 2014). Assim, o Brasil é considerado a maior produtor do mundo. Em prol desse mercado em potencial, o setor sucroalcooleiro tem buscado

aprimorar as técnicas de cultivo, a fim de garantir uma produtividade economicamente satisfatória.

A adubação, é uma das técnicas que influenciam à produtividade e, proporcional ao aumento da produtividade é a necessidade de nutrientes da cultura.

O nitrogênio (N) é um mineral de suma importância ao crescimento vegetal, e do mesmo estima-se que a cana-de-açúcar extraia cerca de 100 à 130 kg ha⁻¹, no entanto as doses de fertilizantes fornecem somente 30 à 60 kg ha⁻¹ (Rosetto & Dias, 2005). Contudo, há pouca eficiência na assimilação de N pela cana-de-açúcar, o que resulta na maioria das vezes, em uma resposta à adubação não satisfatória.

De forma geral, o nitrogênio derivado do fertilizante, no momento da colheita, em cana-planta é muito baixo (5-10 %), mas em cana-soca o resultado é mais consistente (10-35 %) (Franco et al., 2011). Contudo, o maior aproveitamento do N derivado do fertilizando, ocorre na fase de máximo crescimento da cultura, associado ainda a condições climáticas favoráveis (Vitti et al., 2011).

Outro fator importante, que influencia no aproveitamento da adubação nitrogenada pela cana-de-açúcar, é o tipo de manejo da palhada. Pois, com a transição de áreas com queima da palhada (colheita manual) para sem queima (colheita mecânica), principalmente por questões ambientais, o suplemento de N nas soqueiras tende a aumentar. Em razão da maior imobilização do N por microrganismos, já que a relação C/N da palhada no início é muito alta (Vitti et al, 2011).

A camada de palhada, em áreas com colheita da cana-de-açúcar sem queima, proporciona melhoria nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo. Entretanto, dificulta a incorporação do adubo nitrogenado, o que sobretudo no caso da ureia, maximiza as perdas por volatilização da NH₃ (Costa et al., 2003; Vitti et al., 2007a), diminuindo o aproveitamento do mesmo pela planta.

Assim, o sulfato de amônio tem sido usado como fonte alternativa à ureia, já que as perdas são menores (Vitti et al., 2007a; Megda et al., 2012), repercutindo em maior disponibilidade de N a cana-



de-açúcar, conseqüentemente maior produtividade de colmos.

Em experimento conduzido no Município de Pirassununga-SP, Vitti et al. (2007b), encontraram em cana 2ª soca, resposta linear significativa às doses de N (0, 35, 70, 105, 140 e 175 kg ha⁻¹ – fonte: sulfato de amônio), aplicadas sobre a palhada, para a produção de colmos, açúcares totais e pol.

Por outro lado, Oliveira (2013), em experimento conduzido com cana-de-açúcar sem queima (colheita mecânica), em Linhares-ES, em cana de primeira soca, encontrou respostas significativas de produção de colmos com efeito quadrático para as doses de N (0, 80, 100, 120 e 160 kg ha⁻¹ – fonte: sulfato de amônio), sendo os melhores resultados obtidos com as doses de 100 a 120 kg N ha⁻¹, mas a autora não observou resposta significativa das doses de N nos atributos tecnológicos.

A maioria dos estudos verificaram a influência da adubação nitrogenada na produtividade de colmos e atributos tecnológicos em primeira e segunda soca. Com isso, o objetivo desse trabalho foi avaliar em cana de 5ª soca a influência das doses crescentes de sulfato de amônio (0, 80, 100, 120 e 160 kg de N ha⁻¹), aplicadas desde a 1ª soca sobre a palhada, na produtividade de colmos, palhada e nos atributos tecnológicos, em experimento conduzido em Linhares-ES.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi estabelecido em área pertencente à destilaria de álcool LASA no município de Linhares-Estado do Espírito Santo (Latitude 19°18' S, Longitude 40°19' W), sob canal renovado em 2008, com extensão de 2240 m². Esta região se caracteriza pela ocorrência de extensas áreas de relevo suave ondulado onde uma série de baixos platôs compõe o chamado “relevo tabuliforme”. A área com declividade pouco acentuada (raramente são superiores a 3%) é ocupada por um ARGISSOLO AMARELO, textura arenosa/média (Ravelli Neto e Lima, 1987).

Os dados de precipitações mensais referentes aos meses que correspondem ao desenvolvimento da 5ª soca (setembro de 2013 ao setembro de 2014) podem ser observados na Figura 1, nesse período verificou-se uma precipitação acima da média dos últimos 35 anos, totalizando 1874,1 mm.

Tratamentos e amostragens

Os tratamentos consistiram de cinco doses de N-sulfato de amônio (0; 80; 100; 120 e 160 kg ha⁻¹ de N), estabelecidos de acordo com delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições, aplicados em 1ª, 2ª, 3ª e 4ª soca da cana-de-açúcar. As parcelas também receberam uma aplicação de 100 kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de cloreto de potássio e 40 kg ha⁻¹ de micronutrientes (FTE BR12), contudo os micronutrientes foram

aplicados somente em 1ª soca. As distribuições dos adubos em cada parcela ocorreram, após os respectivos cortes mecânicos da cana crua, variedade RB 867515, de forma uniforme e a aproximadamente 20 cm da linha de cultivo. Cada unidade experimental (parcela) tem 70 m² (5 linhas com 10 m, espaçadas 1,4 m). Para a finalidade de coleta de amostras foi tomada a parte central, desconsiderando a primeira e a última linha e a distância de 2 m no início e fim de cada linha.

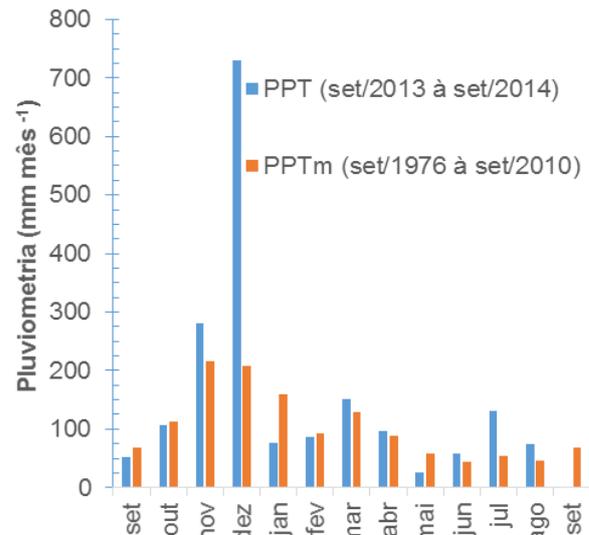


Figura 1. Pluviometria (PPT), durante os meses de setembro de 2013 a setembro de 2014, em Linhares – ES. Fonte: Posto Meteorológico da LASA (2014).

Por ocasião da colheita foi obtido o peso de colmos para determinar o rendimento de colmos e o número de colmos industrializáveis. Em cada uma das três linhas utilizadas para amostragem dentro de cada tratamento, foram coletadas, aleatoriamente, duas áreas equivalentes a 1 m linear cada uma, formando duas amostras com 2,4 m² cada uma por parcela experimental, das quais foi tirada a média.

As canas foram cortadas e separadas em colmos, ponteiros e folhas, em seguida, essas partes foram pesadas, assim determinou-se a produtividade de massa fresca. Através de sub-amostras de colmos também foram determinados os valores de: Pol, °Brix, A.R. (açúcares redutores), A.R.T (açúcares recuperáveis totais), pureza do caldo e da cana; sendo que da cana também foi possível obter o teor de fibras, determinados pela metodologia proposta por Copersucar (1980) e descrita por Schultz (2009).

Análise estatística

Para a análise estatística foi utilizado o software SAEG PLUG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – UFV) para verificação da normalidade dos dados pelo teste de Lilliefors e homogeneidade



das variâncias pelo teste de Cochran e Bartlett e subsequentemente à análise de variância (Teste F, $\alpha=0,05$). Dado o caráter quantitativo da variável principal (dose de N), os contrastes significativos foram ajustados por análise de regressão no software SISVAR 5.3 (Ferreira, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias dos valores de produtividade de massa fresca de colmo e massa seca de palhada (ponteiro e folha), em função das doses de nitrogênio em cana-de-açúcar 5ª soca, colhida crua (colheita mecanizada) podem ser visualizadas na Tabela 1. Os valores de produtividade de colmo variaram de 39,5 Mg ha⁻¹ à 45,7 Mg ha⁻¹, sendo a menor média referente a dose sem aplicação mineral de nitrogênio (0 kg ha⁻¹ de nitrogênio), e a maior média referente a dose de 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio, entretanto, não houve diferença estatística para ambas variáveis. As médias dos valores de produtividade de massa seca de palhada variaram de 5,42 Mg ha⁻¹ à 6,43 Mg ha⁻¹ em função das doses de nitrogênio, assim, observou-se que para essa variável também não houve efeito significativo das doses de nitrogênio.

Tabela 1. Média de produtividade de massa fresca de colmos e massa seca de palhada (ponteiros e folhas), em função das doses de nitrogênio (sulfato de amônio) em cana-de-açúcar 5ª soca.

Doses de N (Kg ha ⁻¹)	Colmo(Mg ha ⁻¹).....	Palhada
0	39,5	5,42
80	44,8	6,10
100	45,7	6,43
120	42,0	5,49
160	41,5	6,29
F-RL	NS	NS
F-RQ	NS	NS
CV (%)	12,01	15,83

NS – Não significativo; RL e RQ: Regressão Linear e Regressão Quadrática, respectivamente.

Os parâmetros tecnológicos (°BRIX, fibra, POL, pureza, açúcares redutores (AR), açúcar total recuperável (ATR)) (Tabela 2) também não variaram em função da dose de nitrogênio aplicada, ou seja, as doses crescentes de nitrogênio não influenciam nos parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar, nessas condições de estudo, corroborando com os resultados encontrados por Oliveira (2013).

Em estudo realizado nessa mesma área, no entanto em sua fase inicial, na 1ª soca da cana-de-açúcar, Oliveira (2013), observou resultados de produtividade de colmos com comportamento diferente, onde a produtividade de colmos foi significativamente influenciada pelas doses de nitrogênio, apresentando um efeito quadrático. Os maiores rendimentos de colmos, em 1ª soca, foram

obtidos com a aplicação das doses de 100 e 120 kg de N ha⁻¹, alcançando em torno de 145,0 e 142,0 Mg ha⁻¹, respectivamente. Contudo, Oliveira (2013) verificou, em suas condições de estudo, que a taxa de incremento da produtividade de colmos, da variedade RB867515 em função do N, tornou-se nula com 94 kg de N-sulfato de amônio.

Avaliando a adubação nitrogenada em soqueiras de cana-de-açúcar, no sistema de colheita sem queima, Prado & Pancelli (2008), em experimento conduzido no município de Jaboticabal-SP, utilizando as doses de nitrogênio: zero; 50; 100; 150 e 200 kg ha⁻¹ de N, observaram que as soqueiras de cana-de-açúcar, responderam a adubação nitrogenada apenas no segundo corte. Sendo que, a dose de 200 kg N ha⁻¹ na 2ª soqueira, resultou no aumento do desenvolvimento da cultura, na nutrição da planta e na produtividade de colmos.

Tabela 2. Parâmetros tecnológicos em função de doses de nitrogênio (sulfato de amônio) em cana 5ª soca.

DOSE DE N (Kg ha ⁻¹)	BRIX	FIB	POL	PUR	AR	ATR
(%).....					(Kg ha ⁻¹)
0	20,78	14,02	16,42	79,04	0,93	134,74
80	20,38	13,84	16,04	78,70	0,94	132,24
100	20,93	13,97	16,52	78,93	0,93	135,63
120	20,70	14,06	16,37	79,08	0,93	134,24
160	20,68	14,06	16,34	79,03	0,93	134,01
F-RL	NS	NS	NS	NS	NS	NS
F-RQ	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	2,21	2,52	2,50	0,36	1,19	2,01

NS – Não significativo; PUR: pureza; AR: açúcares redutores; ATR: açúcar total recuperável; RL e RQ: Regressão Linear e Regressão Quadrática, respectivamente.

Possivelmente, a ausência de resposta, principalmente de produtividade de colmos, em 5ª soca, às doses crescentes de nitrogênio (sulfato de amônio), está associada aos possíveis efeitos negativos da colheita mecanizada, como a compactação do solo, causando perda da qualidade física do solo, consequentemente limitando a absorção de água e nutrientes pela cultura. Segundo Cavalieri et al. (2011), a compactação do solo prejudica o desenvolvimento do sistema radicular e crescimento da planta, resultando em queda da produtividade e, ou, encurtamento do ciclo de produção da cultura.

O excesso de precipitação, observado no mês de dezembro de 2013 (Figura 1) que correspondeu ao estágio de perfilhamento e crescimento vegetativo da cultura, também pode ter anulado o efeito da adubação nitrogenada.

A partir dos resultados obtidos de produtividade de colmos em 5ª soca, recomenda-se estudos que acompanhem a qualidade física do solo em sistemas de colheita mecanizada, identificando o número ideal de cortes que tornem viável os custos



de produção, incluindo a adubação nitrogenada.

CONCLUSÕES

A produtividade de massa fresca de colmos e massa seca de palhada não são influenciadas pelas doses crescentes de nitrogênio (sulfato de amônio), em cana-de-açúcar 5ª soca, colhida mecanicamente ao longo de todo ciclo de cultivo.

A aplicação de diferentes doses de nitrogênio (sulfato de amônio) não altera os atributos tecnológicos (° BRIX, FIB, POL, PUREZA, AR e ATR) da cana-de-açúcar em 5ª soca.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CPGA-CS e à Fundação de Apoio a Pesquisa Científica e Tecnológica da UFRRJ (FAPUR) pelo apoio financeiro, à destilaria de álcool LASA pela disponibilização da área experimental, ao CNPq - UFRRJ pela concessão de bolsa ao primeiro autor e aos técnicos da Estação Experimental Dr. Leonel Miranda (UFRRJ) pelo auxílio na colheita.

REFERÊNCIAS

CAVALIERI, K. M. V.; CARVALHO, L. A.; SILVA, A. P.; LIBARDI P. L.; TORMENA, C. A. Qualidade física de três solos sob colheita mecanizada de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35:1541-1549, 2011.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar, segundo levantamento, agosto/2013. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>; acesso em 14 abril 2015.

COPERSUCAR. (1980). Amostragem e análise da cana-de-açúcar. São Paulo: 1980, 37 p.

COSTA, M. C. G.; VITTI G. C.; CANTARELLA, H. Volatilização de n-nh₃ de fontes nitrogenadas em cana-de-açúcar colhida sem despalha a fogo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27:631-637, 2003.

FERREIRA, D. F. Programa computacional Sisvar - UFLA, versão 5.3, 2010.

FRANCO, H. C. J.; OTTO, R.; FARONI, C. E.; VITTI, A. C.; OLIVEIRA, E. C. A.; TRIVELIN, P. C. O. Nitrogen in sugarcane derived from fertilizer under Brazilian field conditions. *Field Crops Research*, 121:29-41, 2011.

MEGDA, M. X. V.; TRIVELIN, P.C.O.; FRANCO, H.C. J.; OTTO, R.; VITTI, A. C. Eficiência agrônômica de adubos

nitrogenados em soqueira de cana-de-açúcar colhida sem queima. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47:1681-1690, 2012

OLIVERA, A.P.P. Atributos edáficos e adubação nitrogenada em cana de açúcar em tabuleiros costeiros: respostas a sistemas de colheita com e sem queima da palhada. 2013. 76f. Tese (Doutorado em Agronomia - Ciência do Solo). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

PRADO, R. D. M.; PANCELLI, M. A. Resposta de soqueiras de cana-de-açúcar à aplicação de nitrogênio em sistema de colheita sem queima. *Bragantia*, 67:951-959, 2008.

RAVELLI NETO, A., LIMA, E. Caracterização de uma topossequência de solos sobre sedimentos do Terciário e Quaternário em Linhares-ES. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 21, 1987, Campinas. Programas e resumos... Campinas: SBCS, p.166, 1987.

ROSSETTO, R.; DIAS, F. L. F.; NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR: indagações e reflexões. Encarte do Informações Agrônômicas Nº 110 – JUNHO/2005.

SCHULTZ, N. Efeito residual da adubação em cana planta e adubação nitrogenada em cana de primeira soca com aplicação de vinhaça. 2009. 59f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência do Solo) - Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

UNICA, Cana-de-açúcar; Disponível em: <<http://www.unicadata.com.br/historico-de-producao-e-moagem.php>>; acesso em 14 abril 2015.

VITTI, A. C.; FRANCO, H. C. J.; TRIVELIN, P. C. O.; FERREIRA, D. A.; OTTO, R.; FORTES, C.; FARONI, C. E. Nitrogênio proveniente da adubação nitrogenada e de resíduos culturais na nutrição da cana-planta. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46:287-293, 2011.

VITTI, A.C.; TRIVELIN, P.C.O.; GAVA, G.J.C.; C. P. PENATTI; I.R.BOLOGNA; C.E. FARONI; FRANCO, H.C. J. Produtividade da cana-de-açúcar relacionada ao nitrogênio residual da adubação e do sistema radicular. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42:249-256, 2007b.

VITTI, A.C.; TRIVELIN, P.C.O.; GAVA, G.J.C.; H.C. J.FRANCO; I.R.BOLOGNA; C.E. FARONI. 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 a.