



Volatilização de amônia em solo cultivado com cana-de-açúcar em terceira soca na região pré-amazônica do Brasil⁽¹⁾.

Elane Tyara de Jesus Siqueira⁽²⁾; Francirose Shigaki⁽³⁾; Ludhana Veras Marinho⁽⁴⁾; Grazieli Brito da Silva⁽⁵⁾; Mayanna Karlla Lima Costa⁽⁶⁾; Marcos Gervásio Pereira⁽⁷⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recurso obtido pela aprovação do Edital Pronex Fapema - 2009.

⁽²⁾ Estudante do Curso de Agronomia; Universidade Federal do Maranhão; Chapadinha, Maranhão; elanetyara@hotmail.com; ⁽³⁾ Professora Adjunta IV; Universidade Federal do Maranhão; ⁽⁴⁾ Estudante do curso de Agronomia; Universidade Federal do Maranhão; ⁽⁶⁾ Doutoranda em Biodiversidade e Conservação - Rede Bionorte; ⁽⁷⁾ Professor Associado IV, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

RESUMO: Para superar os problemas associados à poluição do meio ambiente, é necessário reverter o atual cenário, no qual se observa os danos que a produção de cana-de-açúcar pode causar ao meio ambiente, como por exemplo as emissões de gases poluentes, sendo um deles é a amônia, que é emitida frequentemente após a realização da adubação nitrogenada. O objetivo deste trabalho foi quantificar perdas de nitrogênio por volatilização de amônia (NH₃) em função da adubação nitrogenada, utilizando-se diferentes doses. A pesquisa foi realizada na no município de Brejo, Maranhão. Para quantificar tais perdas foram utilizados seis tratamentos: testemunha (sem adubação), 60, 80, 100, 120 e 140 kg de N ha⁻¹ (com ureia). As variedades avaliadas foram a RB 863129 e RB 92579, colhidas sem queima. Em cada parcela experimental foram instaladas câmaras coletoras tipo SALE, e os sistemas absorvedores substituídos em diferentes intervalos de tempo. Para a variedade RB 92579, as perdas máximas por volatilização de N-NH₃ (35,34 kg N ha⁻¹) foram obtidas com o tratamento de 140 kg ha⁻¹, observando-se maior intensidade de perdas 24 horas após a aplicação do fertilizante nitrogenado. Enquanto que para a variedade RB 863129 observou-se que a maior taxa de volatilização (55,26 kg N ha⁻¹) quando se aplicou 60 kg ha⁻¹. Os resultados obtidos foram influenciados pelo acúmulo de precipitações alguns dias antes da adubação.

Termos de indexação: Adubação nitrogenada, ureia, perdas nitrogênio.

INTRODUÇÃO

A cultura cana-de-açúcar necessita de grandes quantidades de nutrientes durante o ciclo, sendo o nitrogênio (N) e o potássio (K₂O) os elementos extraídos em maiores quantidades. Apesar dos avanços da pesquisa em fixação biológica de nitrogênio, as soqueiras, necessitam de complementação nitrogenada, e numerosas pesquisas têm revelado que a ureia apresenta eficiência pelo menos igual à de outros fertilizantes

nitrogenados, mas, ocasionalmente, apesar da alta concentração e do menor custo da unidade de N, poderá produzir resultados menos satisfatórios. Isso se deve, entre outras causas, às perdas de amônia por volatilização, o que pode acarretar problemas econômicos e ambientais (Guedes, 2002). Porém a ureia é particularmente popular nos países em desenvolvimento, devido às suas vantagens de um alto teor de N, segurança, baixo custo e transporte fácil (Ni, et al., 2014).

O N Faz parte da constituição de proteínas, enzimas, aminoácidos e ácidos nucleicos, participando direta ou indiretamente de várias rotas bioquímicas e enzimáticas (Malavolta, et al., 1997). Portanto, é importante sob o ponto de vista ecológico e econômico, verificar as perdas de nitrogênio na forma de amônia por volatilização, assim como as formas de aplicação do adubo que minimizem estas perdas, e a resposta da cultura em condições de campo (Guedes, 2002). As perdas de nitrogênio por volatilização de amônia (NH₃) para a atmosfera é um dos principais fatores responsáveis pela baixa eficiência da ureia aplicada sobre a superfície do solo (Sangai, et al., 2003).

Muitos estudos sobre a emissão de NH₃ de aplicação de fertilizantes orgânicos e minerais foram realizados nas últimas décadas. No entanto, a investigação relacionada com as emissões de NH₃ após a aplicação de ureia em muitas regiões ainda é limitada, como é o caso do Baixo Parnaíba Maranhense, que abrange a região Pré-amazônica do Brasil.

Dessa forma objetivou-se neste trabalho quantificar perdas de nitrogênio por volatilização de amônia em função da adubação nitrogenada em na cultura cana-de-açúcar em 3^o soca, em uma área experimental localizada na região Pré-amazônica do país, onde pesquisas desse cunho ainda são incipientes.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado na Fazenda Várzea, no município de Brejo, Maranhão, que corresponde ao Baixo Parnaíba Maranhense, situada a 03°44'33" W de latitude, 43°21'21"W de

longitude”. O clima da região corresponde na classificação de Koppen ao tipo Aw, caracterizado por chuvas no verão e seca no inverno. A temperatura média do período experimental foi de 28 °C e o acúmulo de precipitação de 144,41 mm (Figura 1). Os dados de temperatura e precipitação foram obtidos pelo Programa de Monitoramento Climático em Tempo Real da Região Nordeste (PROCLIMA) no site do CPTEC INPE.

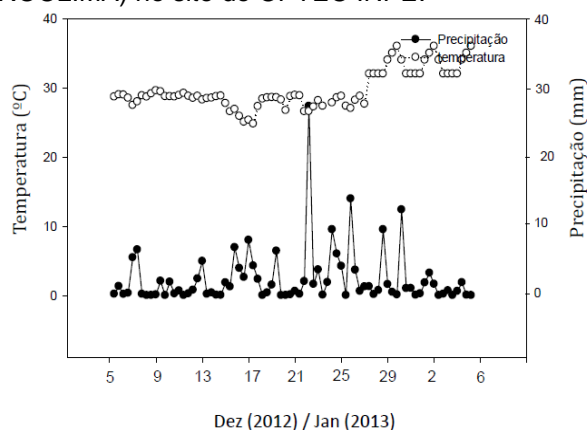


Figura 1 - Temperatura média e precipitações durante o período experimental.

A adubação nitrogenada foi realizada 85 dias após o corte da 2^o soca, nas doses: 60, 80, 100, 120, 140 Kg N ha⁻¹, e testemunha, onde não houve adubação. Além do N, foi aplicado potássio em todos os tratamentos, na dose de 140 Kg ha⁻¹ utilizando-se o K₂O. No momento da adubação a palhada remanescente da colheita foi afastada para a lateral das linhas, retornando-as logo após a aplicação dos tratamentos.

Logo após a aplicação da ureia, câmaras coletoras foram instaladas nas parcelas experimentais (Figura 2). Tais câmaras foram confeccionadas a partir de garrafa de plástico transparente de poli tereftalato de etileno (PET), com capacidade para 2 L e com área de 0,008 m². Conforme descrito por Araújo et al., (2009) a base da garrafa PET foi removida e posicionada na parte superior, com auxílio de arame galvanizado e do anel da tampa da garrafa (tampa após a remoção da parte superior), que serve como proteção contra a influência de chuvas. A abertura superior serve para circulação de ar no interior da câmara, e possui 2,1 cm de diâmetro. No interior da garrafa PET, foi colocado o “Sistema Absorvedor de Amônia”, constituído de uma lâmina de espuma de poliuretano (0,017 g cm³) com 3 mm de espessura, 2,5 cm de largura e 25 cm de comprimento, suspensa verticalmente com o auxílio de um fio rígido de 1,5 mm de diâmetro. Em um frasco de plástico com capacidade para 50 ml, suspenso pela extremidade inferior do fio rígido, foi adicionado 10 ml de solução de H₂SO₄, 1 mol dm⁻³

+ glicerina (2% v/v) para absorção da amônia volatilizada.

O “Sistema Absorvedor de Amônia”, descrito acima, foi coletado e substituído às 24, 48, 72, 120, 168, 240, 316 e 552 horas, após a aplicação dos tratamentos. Logo após a coleta as amostras foram levadas para o laboratório onde foram acondicionadas e analisadas. A determinação do N-NH₃ retido na espuma foi realizada por destilação e titulação conforme descrito por (Alves, et al., 1994).

As variedades avaliadas foram a RB 863129 e RB 92579.



Figura 2 - Câmara coletora de amônia, instalada no campo.

Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade dos resíduos pelo teste de Lilliefors e a homocedasticidade de variância pelo teste de Cochran, para as variáveis avaliadas, ao nível de 10% de probabilidade. Para as variedades RB 92579 e RB 863129, não apresentaram homocedasticidade de variâncias. Dessa forma, os valores foram transformados para Ln (x+1), para verificar a significância entre os tratamentos com as doses de N (0; 60; 80; 120 e 140 kg ha⁻¹ de N). Além deste teste estatístico, foi ajustado modelo de regressão para expressar a relação existente entre a variável dependente (volatilização de N-NH₃) e a variável independente (período de volatilização, horas), dentro de cada dose de N.

Os modelos foram escolhidos com base no sentido biológico, na significância dos coeficientes de regressão utilizando o nível de até 10% de probabilidade, pelo teste “t”, e no coeficiente de determinação, sendo calculado pela relação (R² = SQ_{Regressão}/SQ_{Tratamento}).

O software estatístico utilizado para a execução das análises estatísticas foi o Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG versão 9.1).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variedade RB 92579 (Figura 3) as perdas máximas por volatilização de N-NH₃ foram obtidas nas primeiras 24 horas após a aplicação do fertilizante nitrogenado (ureia), obtendo-se em



média $17,7 \text{ kg ha}^{-1}$, sendo que a maior taxa de volatilização de N-NH_3 foi a do tratamento de 140 kg ha^{-1} .

Nas observações de 48 horas todas as doses ($60, 80, 100, 120$ e 140 kg ha^{-1}), reduziram suas taxas de volatilização. Assim como 72 horas após a adubação, com exceção do tratamento de 140 kg ha^{-1} com um aumento na volatilização de N-NH_3 de $18,4 \text{ kg ha}^{-1}$, isso pode ser em função de uma alta na precipitação, pois, os fertilizantes nitrogenados como a ureia, por exemplo, quando utilizados em quantidades excessivas ou em situações desfavoráveis como elevado teor de umidade do solo e alta temperatura, podem ser perdidos.

Nas 120 horas após a adubação, houve novamente uma queda na volatilização de N-NH_3 em todos os tratamentos respectivamente, acontecendo sucessivamente nas 168 horas seguintes. 240 horas após a adubação com as fontes de N, o tratamento de 140 kg ha^{-1} voltou a apresentar novamente uma maior taxa de volatilização de N-NH_3 . Vale lembrar que na data desta coleta, houve ocorrência de precipitação de 5 mm . Estes resultados confirmam também os obtidos por outros autores (Martha Júnior et al., 2004) que avaliando as perdas de N-NH_3 para a atmosfera observaram maiores taxas de volatilização quando doses mais elevadas de N-ureia foram aplicadas.

Nas observações de 552 horas os tratamentos voltaram a apresentar uma baixa na volatilização, estabilizando-se, devido toda ureia ter sido absorvida pela cultura, ou perda de outras formas.

É importante dizer que a volatilização de N-NH_3 foi significativa ($P < 0,1$) em todos os períodos avaliados (24, 48, 72, 120, 168, 240, 316 e 552 horas) em todos os tratamentos, inclusive no tratamento controle (testemunha).

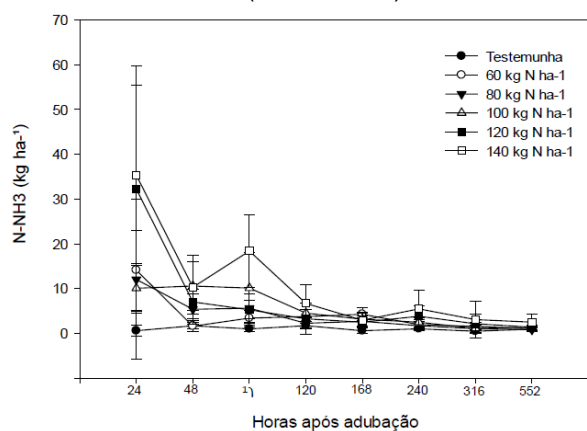


Figura 3 - Volatilização de N-NH_3 horas após a aplicação dos tratamentos da variedade RB 92579.

Para a variedade RB 863129 o comportamento das perdas por volatilização de N-NH_3 , encontram-se na figura 4. Na primeira coleta, 24 horas após a aplicação dos tratamentos, houve as maiores

perdas verificando-se emissão de N-NH_3 de 2,3; 56; 23,1; 53,7; 47; e $50,9 \text{ kg ha}^{-1}$ de N-NH_3 , para os seguintes tratamentos, controle (sem aplicação de fertilizantes), 60, 80, 100, 120 e 140 kg ha^{-1} (respectivamente).

Observou-se que a maior taxa de volatilização foi para o tratamento de 60 kg ha^{-1} . Esse resultado pode se dar pelo acúmulo de precipitações de alguns dias antes da adubação que influenciaram na aceleração da hidrólise no solo. De maneira geral, a hidrólise pode ocorrer em solos com níveis de umidade variada e, quanto mais rápida a hidrólise, maior o potencial de perda de amônia (Duarte, 2007).

Nas 48 horas após a adubação houve uma queda na volatilização de N-NH_3 para os tratamentos 60, 80, 100, 120, 140 kg ha^{-1} , mas o tratamento controle aumentou, aproximando-se do tratamento de 60 kg ha^{-1} (com $17,2 \text{ kg ha}^{-1}$). Já 62 horas após a adubação o tratamento de 140 kg ha^{-1} apresentou uma maior taxa de volatilização de N-NH_3 , com $43,5 \text{ kg ha}^{-1}$, enquanto que os outros tratamentos apresentaram um menor taxa, assemelhando-se a variedade anterior.

Nas 120 horas o maior pico de volatilização foi do tratamento de 100 kg ha^{-1} , enquanto que os outros tratamentos diminuíram suas taxa de volatilização de N-NH_3 , acontecendo com todos os tratamentos nas 168 horas, e as 240 horas após a aplicação da ureia o tratamento de 100 kg ha^{-1} voltou a apresentar uma maior taxa de volatilização, enquanto que os demais tratamentos se estabilizaram.

A partir das 316 horas após a adubação observou-se que todos os tratamentos apresentaram uma menor taxa de volatilização de N-NH_3 , diminuindo suas perdas. Vale dizer que para todas as doses (controle, 60, 80, 100, 120, 140 kg ha^{-1}) observou-se perdas significativas ($P < 0,1$) para todos os períodos de amostragem (24, 48, 72, 120, 168, 240 e 316 horas), com exceção do período de 552 horas, que não apresentou significância ($P > 0,1$).

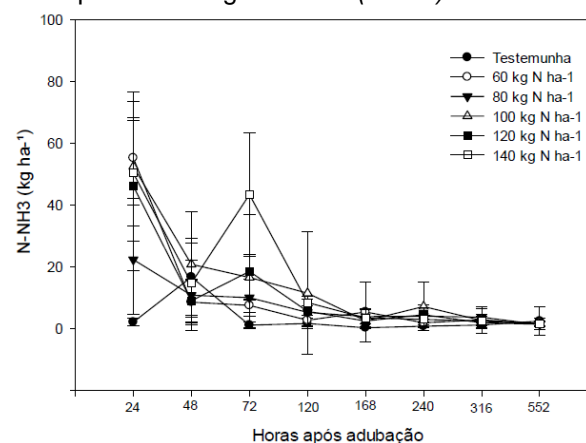


Figura 4 - Volatilização de NH_3 horas após aplicação dos tratamentos para variedade RB 863129



CONCLUSÕES

Para a variedade RB 92579, as perdas máximas de N por volatilização de N-NH₃ foram obtidas para o tratamento de 140 kg N ha⁻¹, com maiores taxas de volatilização nas primeiras 24 horas após a aplicação do fertilizante nitrogenado. Por outro lado, para a variedade RB 863129 observou-se que a maiores taxas de volatilização ocorreram para o tratamento de 60 kg ha⁻¹, influenciado pelo acúmulo de precipitações de alguns dias antes da adubação.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo a Pesquisa e Desenvolvimento Científico do Maranhão (FAPEMA) pelo apoio financeiro, e ao Grupo de Produção Agropecuária Sustentável (PROAGROS).

REFERÊNCIAS

ALVES, B. J. R.; SANTOS, J. C. F. dos; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Métodos de determinação do nitrogênio do solo e planta. In: HUNGRIA, M.; ARAÚJO, R. S. (Ed.). Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola. Brasília: Embrapa-SPI, 1994. p.449-469.

ARAÚJO, E. S. Calibração de câmara semiaberta estática para quantificação de amônia volatilizada do solo. *Pesq. agropec. bras.*, Vol.44, nº7, Brasília, 2009.

DUARTE, F. M. Perdas de nitrogênio por volatilização de amônia e eficiência da adubação nitrogenada na cultura do arroz irrigado. Santa Maria, RS, Brasil, 2006.

GUEDES, C. A. B. Dissertação: Volatilização de N e alterações químicas do solo sob cultivo de cana-de-açúcar com aplicação de vinhaça e diferentes formas de colheita. UFRRJ, Seropédica, RJ. 2002.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.

MARTHA JR., G. B.; CORSI, M.; TRIVELIN, P. C. O.; VILELA, L.; PINTO, T. L. F.; TEIXEIRA, G. M.; MANZONI, C. S. & BARIONI, L. G. Perda de amônia por volatilização em pastagem de capim-tanzânia adubada com ureia no verão. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, p.2240-2247, 2004.

NI, K.; PACHOLSKI, A.; KAGE, H. Ammonia volatilization after application of urea to winter wheat over 3 years affected by novel urease and nitrification inhibitors, *Agriculture ecosystems and environment*. Volume 197, december 2014, pages 184-194.

SAEG Sistema para Análises Estatísticas, Versão 9,1: Fundação Arthur Bernardes – UFV – Viçosa, 2007.

SANGAI, L.; ERNANI, P. R.; RAMPAZZO, C. Volatilização de N-NH₃ em decorrência da forma de aplicação de ureia, manejo de resíduos e tipo de solo, em laboratório. *Ciência Rural*, v. 33, n. 4, jul-ago, 2003.

VITTI, A. C. e TRIVELIN, P. C. O. Adubação nitrogenada melhora o vigor das soqueiras de cana-de-açúcar refletindo em produtividade nos ciclos agrícolas subsequentes. *Pesquisa & Tecnologia*, vol. 8, n. 2, Jul-Dez 2011.