



## AVALIAÇÃO DA VOLATILIZAÇÃO DE AMÔNIA UTILIZANDO DIFERENTES PROCEDIMENTOS DE APLICAÇÃO DO FERTILIZANTE NO SOLO

Igor M. **Morasi**<sup>1</sup>; Rafael Henrique A. de **Souza**<sup>2</sup>; Rafaela C.R.M. **Duarte**<sup>3</sup>; Viviane C. **Bettanin**<sup>4</sup>; Ana Paula **Packer**<sup>5</sup>

Nº 15418

**RESUMO** - A determinação da amônia volatilizada proveniente da aplicação de fertilizantes nitrogenados vem sendo quantificada por diferentes metodologias. Dentre os métodos baseados na captura da amônia volatilizada do solo, em meio ácido, existe a câmara SALE (Câmara Semiaberta Livre Estática) de baixo custo confeccionada com garrafas PET. Duas formas de dispersão das amostras de ureia sobre o solo foram avaliadas, utilizando um gabarito (0,60 m x 0,15 m) para adubação de 21,5 g de fertilizante por planta e a delimitação da quantidade aplicada a área de abertura da câmara SALE (0,008 m<sup>2</sup>), utilizando uma estrutura metálica para fixação das câmaras. Para isto, o experimento foi delineado com 3 tratamentos com 5 repetições, um tratamento testemunha sem aplicação de fertilizantes, dois tratamentos com aplicação de fertilizante, utilizando um gabarito e na área delimitada pela abertura da câmara SALE. A amônia volatilizada foi amostrada ao longo de 18 dias, com amostragem diária durante os 5 primeiros dias, e posteriormente 3 vezes na semana. Os resultados mostram diferenças significativas considerando a amostragem ao longo do tempo, apresentando volatilização máximas do 2º ao 4º dia após a aplicação da ureia. A comparação entre formas de aplicação da ureia não apresentou diferenças significativas, comprovando que o método proposto de delimitação da aplicação a largura da câmara SALE pode ser utilizado em campo para as medidas de volatilização de amônia, com a vantagem de aumentar a precisão das amostragens.

**Palavras-chaves:** volatilização de amônia, metodologia de aplicação de fertilizantes, câmara SALE (câmara semiaberta livre estática).

1 Autor, Bolsista Embrapa: Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, PUCC, Campinas-SP; igor.mmorasi@gmail.com

2 Bolsista Embrapa: Graduação em Química, PUCC, Campinas-SP.

3 Colaborador: Analista da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP.

4 Colaborador: Técnico da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP.

5 Orientador: Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP; paula.packer@embrapa.br.



**ABSTRACT-** *The determination of ammonia volatilized from nitrogen fertilizers has been quantified by different methodologies. Among the methods based on the capture of the volatilized ammonia from the ground in an acidic solution, there is low cost Free Static semi-open Chamber (SALE) made from PET bottles. Two forms urea dispersion on the soil were evaluated, using a template (0.60 mx 0.15 m) to apply 21.5 g of fertilizer per plant and the delimitation of fertilizer applied in relation to the aperture of the SALE chamber (0.008 m<sup>2</sup>), using a metal frame for fixing the chambers. For this, the experiment 3 treatments with 5 replicates were tested, a control treatment without application of fertilizers, and two treatments with fertilizer application, one using a template and the other the aperture do the SALE chamber. The volatilized ammonia samples were collected over 18 days with daily sampling during the first 5 days, and then 3 times a week. The results shown significant differences considered sampling over time, with maximum volatilization of the 2<sup>nd</sup> to 4<sup>th</sup> day after the urea application. Comparison between the urea application forms showed no significant differences, demonstrating that the proposed method with delimits the fertilizer application can be used in the field for measurements of ammonia volatilization, with the advantage of increasing the sampling accuracy.*

**Key-words:** Ammonia volatilization, fertilizer application forms, SALE chambers.

## 1 INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira atravessa uma fase na qual, mais do que em qualquer época, torna-se justificável todo e qualquer esforço para a verticalização da produção, objetivando atingir ganhos em produtividade (LOPES & GUILHERME, 2000). Alinhado com o objetivo de suprir a demanda nutricional gerada pelo crescimento populacional, a produção de alimentos duplicou nas últimas quatro décadas. No entanto, esta duplicação está mais associada a um aumento na utilização de fertilizantes nas lavouras (em torno de 46%) do que o aumento da área plantada (15%) (LOPES & BASTOS, 2007).

Os fertilizantes são fontes de nutrientes, sem os quais as plantas não completam seu ciclo e morrem, tornando sua aplicação uma prática regular, a fim de aumentar a produção e o rendimento da biomassa e para manter fertilidade do solo. O Nitrogênio é um dos principais elementos minerais, requisitados em maior quantidade pelas plantas, além de ser o que mais limita seu crescimento (ARAÚJO, 2008). No entanto, atualmente a eficiência na utilização do N na produção



**9º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2015**  
**10 a 12 de agosto de 2015 – Campinas, São Paulo**

agrícola varia entre 40-60% (LISBOA, et al., 2011), ou seja, mais de 60% do fertilizante aplicado é perdido para o ambiente (BREMNER, 1997).

De acordo com Werneck et al, (2012) a adubação nitrogenada no Brasil tem como base o uso de ureia, correspondendo a 51% das 43 milhões de toneladas de fertilizante nitrogenado comercializado no País em 2010. Porém suas características químicas contribuem para a baixa eficiência do fertilizante no solo ao fornecer N às culturas, devido a facilidade de ser hidrolisado no solo e perdas por volatilização do  $N-NH_3$ . Existem diferentes vias de perda de N, as quais a volatilização da amônia pode ser a principal em solos agrícolas (ARAÚJO, et al., 2009), podendo ocorrer em virtude da ureia, que devido a ação da uréase, é hidrolisada no solo a carbonato de amônio que, posteriormente, desdobra-se em gases  $NH_3$  (amônia) e  $CO_2$ , além de água, segundo Sengik et al. (2001).

A presença e a atividade da urease são fatores determinantes na intensidade da hidrólise da ureia aplicada ao solo, pois, quanto mais intenso o processo de hidrólise, maior será o potencial de perdas de amônia, tendo em vista que os valores de pH e as concentrações de amônia em solução serão mais elevados. Fatores climáticos, como a temperatura, e fatores do solo, como o pH, potencial de água, aeração, textura e quantidade de carbono orgânico, são determinantes da atividade da uréase (SENGIK, et al., 2001).

A quantificação dessa perda pode ser obtida a partir de métodos diretos, micrometeorológicos, e por sistemas de incubação, esses classificados como: fechado estático (VOLK, 1959; SOMMER & OLESEN, 1991); fechado dinâmico (KISSEL, et al., 1977); e semiaberto estático (NÔMMIK, 1973), baseados na captura da amônia volatilizada do solo, em meio ácido (ARAÚJO et al., 2009).

O presente trabalho propõe a delimitação da quantidade de fertilizante aplicado ao solo à área de abertura da câmara SALE (Câmara Semiaberta Livre Estática), de baixo custo (ARAÚJO et al., 2009 & JANTALIA et al., 2012), para a quantificação da amônia volatilizada, com o objetivo de aumentar a precisão das medidas em campo. Para isto, o método tradicional de aplicação de fertilizantes utilizando um gabarito será comparado ao método proposto, no qual foi desenvolvida uma estrutura metálica para a instalação das câmaras no campo. Para a comparação, as doses de ureia aplicada foram calculadas com base na adubação convencional para a cultura do café (195 kg N/ha). O fertilizante foi aplicado no solo utilizando um gabarito de  $0,9\text{ m}^2$  ( $0,6\text{ m} \times 0,15\text{ m}$ ) e com delimitação do espaço de aplicação correspondente ao diâmetro da câmara SALE ( $0,008\text{ m}^2$ ).

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido na Embrapa Meio Ambiente, situada em Jaguariúna-SP. Foi delimitada uma área com 25 m<sup>2</sup>, dividida em 3 tratamentos com 5 repetições, denominados de Tratamento 1 (T1), Tratamento 2 (T2) e Tratamento 3 (T3) cada um contendo 5 parcelas (Figura 1).

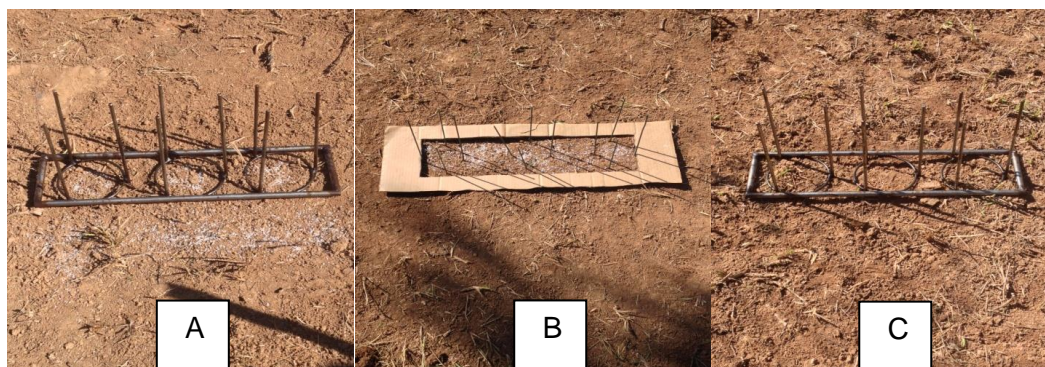


Figura 1. Experimento.

Nos tratamentos que receberam as doses de ureia (T1 e T2), a dispersão foi realizada manualmente, na quantidade equivalente a 21,5 g por planta, o que representa 195 kg/ha. No tratamento 1, o grupo desenvolveu um suporte de ferro para fixar a câmara semiaberta livre estática (SALE), com três círculos de diâmetro 10,5 cm, correspondente a área de abertura da câmara (0,008 m<sup>2</sup>), nos quais foram aplicadas 2,07 g de ureia por círculo. No tratamento 2, o fertilizante foi distribuído no solo com a utilização de um gabarito 15 x 60 cm (0,09 m<sup>2</sup>), e as câmaras SALE foram fixadas com o auxílio de hastes inseridas no solo. No tratamento 3 (testemunha) as câmaras foram distribuídas no solo sem aplicação do fertilizante (Figura 2).

Neste experimento foram utilizadas as câmaras coletoras de amônia do tipo SALE (câmara semiaberta livre estática) de baixo custo e de fácil manuseio, descritas por Araújo et al. (2009) e Jantalia et al. (2012), confeccionadas a partir de garrafas PET (politereftalato de etileno) com 2 L de capacidade e área de 0,008 m<sup>2</sup>, cada uma contendo um frasco coletor universal de 80 mL de capacidade com uma espuma de 2,5 x 25 cm embebida em 10 mL de solução de ácido sulfúrico 1 mol dm<sup>-3</sup> e glicerina 2% (v/v) presa a uma estrutura de arame dentro de cada SALE, (Figura 3). Para evitar perdas, os frascos coletores contendo a espuma foram pesados, em seguida a solução de ácido sulfúrico e glicerina foi adicionada e o coletor foi pesado novamente.





**Figura 2.** (A) Parcela do tratamento 1. (B) Parcela do tratamento 2. (C) Parcela do tratamento 3.

As coletas foram realizadas no período de 25.05.2015 a 12.06.2015. Na primeira semana, as coletas foram realizadas diariamente durante 5 dias, período no qual perda de N proveniente da ureia na forma amoniacal tem seu pico de volatilização. Nas semanas seguintes as coletas foram espaçadas para 3 dias alternados por semana, totalizando 11 dias de coletas. Nas coletas, o coletor universal era retirado de cada câmara dando lugar a um novo, e as câmaras SALE eram realocadas no círculo seguinte dentro da base de ferro para as parcelas nos tratamentos 1 e 3, e nas hastes seguintes para o tratamento 2, respeitando a área do gabarito. Após passadas pelos 3 compartimentos das bases e hastes, as SALE's retornaram para início, completando um ciclo. Esta mudança de lugar de coleta, visa minimizar a interferência da câmara na ventilação, temperatura e umidade do solo e do ar no seu interior, o que pode conseqüentemente ter um efeito sobre a volatilização de N-NH<sub>3</sub>, em comparação ao que ocorre em condições naturais.

Em cada coleta, os coletores retirados das SALE's foram pesados, envelopados com papel filme e armazenados em ambiente até sua extração. Para a extração da amônia (NH<sub>3</sub>) capturada e retida na espuma, foram adicionados 60 mL de água Milli-q, e em seguida agitadas a 110 OPM (oscilações por minuto) por um período de duas horas. Após agitação, as amostras foram novamente pesadas, e encaminhadas para análise.

A concentração de NH<sub>3</sub> volatilizada foi determinada pelo sistema automático para análise por injeção em fluxo (FIA), Quickchem 8500 series (Lachat Instruments), onde o extrato é analisado como amônia pelo método do salicilato. A amônia é aquecida com salicilato e hipoclorito em um tampão de fosfato alcalino, onde uma cor verde esmeralda é produzida, proporcionalmente à concentração de amônia na amostra em análise. A presença de EDTA evita a precipitação de cálcio e de magnésio. A cor é intensificada pela adição de nitroprussiato de sódio.



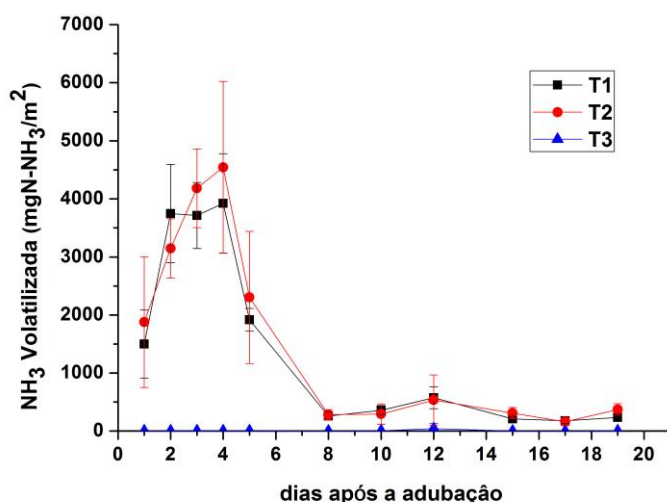
**Figura 3.** Espuma suspensa na estrutura de arame introduzida na SALE.

Os resultados da amônia volatilizada em função dos fatores de variação (tratamentos e dia de coleta) foram avaliados separadamente e também foram testadas as interações entre os dois fatores (tratamento x dia de coleta) utilizando análise de variância (ANOVA), seguida do teste de Tukey, quando necessário, para comparação de médias entre os resultados obtidos, com nível de significância ( $P < 0,05$ ).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da amônia volatilizada proveniente da aplicação de ureia no solo, utilizando gabarito (60 cm x 15 cm) e delimitado a abertura da câmara SALE (0,008 m<sup>2</sup>), coletados durante 3 semanas são apresentados na Tabela 1 e na Figura 4. A Figura 4 mostra que a volatilização da amônia ocorre principalmente nos primeiros dias após a aplicação do fertilizante, ocorrida no dia 25.05. A análise estática dos dados mostrou que houve diferença significativa para os resultados quando considerado os dias de coleta, com volatilização máxima do 2º ao 4º dia após a aplicação da ureia (Tabela 1). Após o 8º dia a concentração de amônia volatilizada nos tratamentos que receberam ureia não apresentou diferenças significativas quando comparados a testemunha (sem aplicação de ureia).

A comparação entre formas de aplicação da ureia, apresentadas na Tabela 1, para os tratamentos 1 (delimitada) e 2 (gabarito), não apresentou diferenças significativas comprovando que o método proposto de delimitação da aplicação a largura da câmara SALE pode ser utilizado em campo para as medidas de volatilização de amônia. A média dos coeficientes de variação para os tratamentos 1 e 2 foram, respectivamente, 23 e 41 %, atestando a hipótese de que a delimitação da área de aplicação de fertilizantes para medida da volatilização de amônia melhora a precisão das amostragens.



**Figura 4.** Amônia volatilizada ao longo do tempo após a aplicação de ureia no solo, para aplicação delimitada a câmara SALE (T1), gabarito (T2), e a testemunha (T3).

**Tabela 1.** Concentração de amônia volatilizada (n=5), para os tratamentos com aplicação de fertilizante delimitada a câmara SALE (tratamento 1), com a utilização do gabarito (tratamento 2) e sem aplicação de ureia (tratamentos 3). O coeficiente de variação (%) das concentrações amônia volatilizada são apresentados entre parênteses.

Dias de coleta	Treatamento 1	Treatamento 2	Treatamento 3
	mg N-NH <sub>3</sub> /m <sub>2</sub>	mg N-NH <sub>3</sub> /m <sub>2</sub>	mg N-NH <sub>3</sub> /m <sub>2</sub>
25.05 a	1498,7 ± 585,6 A (39,1)	1875,9 ± 1127,1 A (60,1)	6,98 ± 10,8 B (154,9)
26.05 b	3746,7 ± 846,4 A (22,6)	3147,6 ± 508,6 A (16,2)	6,43 ± 2,3 B (35,1)
27.05 b	3714,2 ± 570,0 A (15,3)	4183,3 ± 677,4 A (16,2)	6,17 ± 2,7 B (44,0)
28.05 b	3924,0 ± 854,2 A (21,8)	4543,8 ± 1479,5 A (32,6)	3,49 ± 1,8 B (52,2)
29.05 a	1917,9 ± 196,7 A (10,3)	2301,8 ± 1138,4 A (49,5)	6,06 ± 2,5 B (42,0)
01.06 c	260,9 ± 72,0 A (27,6)	282,3 ± 87,3 A (30,9)	2,74 ± 1,1 A (41,0)
03.06 c	357,9 ± 80,0 A (22,3)	293,2 ± 176,3 A (60,1)	3,29 ± 1,0 A (29,6)
05.06 c	574,0 ± 189,7 A (33,1)	535,4 ± 434,1 A (81,1)	42,0 ± 85,3 A (203,0)
08.06 c	210,1 ± 44,6 A (21,2)	309,1 ± 99,0 A (32,0)	2,46 ± 0,8 A (31,2)
10.06 c	179,2 ± 48,5 A (27,1)	161,5 ± 64,3 A (39,8)	2,54 ± 0,5 A (18,4)
12.06 c	236,3 ± 17,4 A (7,4)	371,1 ± 100,2 A (27,0)	3,26 ± 1,5 A (45,4)

\* Letras maiúsculas na linha (fator tratamento), diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.



## 9º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2015 10 a 12 de agosto de 2015 – Campinas, São Paulo

\*\* Letras minúsculas na coluna (fator dia de coleta), diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 4 CONCLUSÃO

A estrutura metálica desenvolvida para a instalação das câmaras no campo aumentou a precisão das medidas de amônia volatilizada utilizando a câmara SALE.

### 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, E. da S. **Validação do modelo NUTMON para o diagnóstico do manejo agrícola: Estudo em duas propriedades familiares do Rio de Janeiro.** 2008. 99f Tese (Doutorado em Agronomia, Ciência do Solo). Instituto de Agronomia, Departamentos de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2008.

ARAÚJO, E, da S; MARSOLA, T; MIYAZAWA, M; SOARES, L, H, de B; URQUIAGA, S; BODDEY, R, M; ALVES, B, J, R. **Calibração de câmara semiaberta estática para quantificação de amônia volatilizada do solo.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v.44, n.7, p.769-776, jul. 2009.

BREMNER, J. Sources of nitrous oxide in soils. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 49, p. 7-16, 1997.

JANTALIA, C. P.; HALVORSON, A. D.; FOLLETT, R. F.; ALVES, B. J. R.; POLIDORO, J. C.; URQUIAGA, S.; **Nitrogen Source Effects on Ammonia Volatilization as Measured with Semi-Static Chambers.** Agronomy Journal, v.104, p. 1595-1603, 2012.

KISSEL, D.E.; BREWER, H.L.; ARKIN, G.F. Design and test of a field sampler for ammonia volatilization. **Soil Science Society of America Journal**, v.41, p.1133-1138, 1977.

LISBOA, C. C., BUTTERBACH-BAHL, K., MAUDER, M.; KIESE, R. Bioethanol production from sugarcane and emissions of greenhouse gases – known and unknowns. **GCB Bioenergy**, v.3, p. 277-292, 2011.

LOPES, A.S.; BASTOS, A.R.S. Fertilizantes nitrogenados no Brasil: um problema de escassez. **Informações Agronômicas INPI**, v.120, p.4-5, 2007.

LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G. **Uso eficiente de fertilizantes e corretivos agrícolas: aspectos agronômicos**, São Paulo, ANDA, 2000.

NÔMMIK, H. The effect of pellet size on the ammonia loss from urea applied to forest soils. **Plant and Soil**, v.39, p.309-318, 1973.

SENGIK, E.; KIEHL, J, de C.; SILVA da, M. A. G.; PALANGANA, D. C.; LAWDER, M. R. **Perdas de amônia em solo e de resíduos orgânicos autoclavados e tratados com ureia**, Maringá, v. 23, n. 5, p. 1099-1105, 2001.

SOMMER, S.G.; OLESEN, J.E. Effects of dry matter content and temperature on ammonia loss from surface-applied cattle slurry. **Journal of Environmental Quality**, v.20, p.679- 683, 1991.

VOLK, M.G. Volatile loss of ammonia following surface application of urea to turf of bare soils. **Agronomy Journal**, v.51, p.746-749, 1959.

WERNECK, C. G; BREDÁ, F, A; ZONTA, E; LIMA; E; POLIDORO, J, C; BALIEIRO, F, de C; BERNARDI, A, C, de C. **Volatilização da amônia proveniente da uréia com zeólita natural.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v.47, n.3, p.466-470, mar. 2012.