

Volatilização de amônia após aplicação de cama de aviário na superfície do solo

Ezequiel Cesar Carvalho Miola⁽¹⁾; Philippe Rochette⁽²⁾; Denis Angers⁽²⁾; Martin Chantigny⁽²⁾; Celso Aita⁽³⁾

⁽¹⁾Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Departamento de Solos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, ezequielmiola@gmail.com; ⁽²⁾Pesquisadores do Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de Recherche et de Développement sur les Sols et les Grandes Cultures, Québec, Canada; ⁽³⁾Professor Associado do Departamento de Solos, Universidade Federal de Santa Maria.

RESUMO: A volatilização de NH_3 é uma das principais reações do N no solo responsáveis pela baixa eficiência de utilização dos fertilizantes nitrogenados. O objetivo do trabalho foi quantificar as perdas de N por volatilização de NH_3 após a aplicação de diferentes camas de aviário na superfície do solo. O estudo foi realizado entre os dias 6 e 28-08-2012 na fazenda do IRDA-Québec-Canada. Antes da aplicação ao solo, todas as camas de aviário foram analisadas quanto ao pH, MS, N-total e N-mineral. As emissões de NH_3 foram monitoradas utilizando túneis ventilados dispostos em blocos ao acaso com 3 repetições. As perdas acumuladas de NH_3 variaram de 2,7 a 7,0 g N m⁻², que corresponde a 13,5 e 35% do N total aplicado, respectivamente. Nossos resultados evidenciaram que a volatilização de NH_3 é uma importante via de perda de N após a aplicação das camas de aviário na superfície do solo e que tais perdas se correlacionaram com o teor de N-amoniacoal e matéria seca das camas avaliadas.

Termos de indexação: emissão de NH_3 ; túneis ventilados; adubo orgânico.

INTRODUÇÃO

A cama de aviário (material orgânico composto por restos de ração, fezes, urina, penas e substrato absorvente) contém quantidades relativamente altas de nutrientes disponíveis e, por isso, é um dos adubos orgânicos mais utilizados como fertilizante de solos agrícolas atualmente (Bolan et al., 2010). Quando manejada corretamente, a cama de aviário pode constituir uma das melhores fontes de N para as culturas (Pote et al., 2011). No entanto, por se tratar de um resíduo sólido, sua eficiência é dependente do balanço entre os processos de liberação, através da mineralização, e de perda de N do sistema, por volatilização, lixiviação e desnitrificação.

Entre os processos que resultam na perda de N do sistema, a volatilização de amônia (NH_3) é aquele que vêm recebendo a maior atenção por parte da pesquisa, pois está intimamente relacionado a questões econômicas e ambientais.

Além de reduzir a disponibilidade do nutriente para as culturas (Sommer et al., 2003), tal processo pode causar a emissão indireta de óxido nitroso (N_2O) (Ferm et al., 1999), a acidificação dos solos e a eutroficação dos mananciais (Gordon et al., 2001).

As perdas de N por volatilização de NH_3 variam muito e são dependentes, principalmente, das condições ambientais e do manejo empregado durante a aplicação dos fertilizantes nitrogenados (Meisinger & Jokela, 2000). De modo geral, utilizando a cama de aviário observam-se perdas de NH_3 que variam entre 3,6 a 60% do N total aplicado (Brinson et al., 1994; Sharpe et al. 2004). Diferente dos dejetos de suínos e de bovinos, a cama de aviário apresenta uma baixa emissão inicial de NH_3 , porém significativas perdas são observadas durante várias semanas.

A escassez de estudos de campo e o potencial de impacto ambiental das aplicações superficiais da cama de aviário indicam a necessidade de quantificar os fluxos de NH_3 após as aplicações desse material orgânico. Nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi o de mensurar as perdas de N por volatilização de NH_3 a partir da aplicação de diferentes camas de aviário na superfície do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado entre os dias 6 e 28 de agosto de 2012 na fazenda de pesquisa do Institut de Recherche et de Développement en Agronivironnement, próximo a cidade de Québec, Canada (latitude 46°05', longitude 71°02', altitude 110 m). O solo do local, com pH inicial de 5,95, foi classificado como um Orthic Gleysol com 0,31 g de areia, 0,42 g de silte e 0,27 g de argila por g de solo. Antes do início do experimento, todos os resíduos culturais presentes na superfície do solo foram removidos e o local recebeu uma aração e uma gradagem até a profundidade de 0,1 m.

Os sete diferentes tipos de cama de aviário utilizadas neste estudo foram obtidos a partir de criatórios usados para a produção de ovos e frangos de corte. Antes da sua aplicação ao solo, todas as

camas foram analisadas para determinar o pH, matéria seca (MS), nitrogênio total (N-total), nitrogênio amoniacal (N-NH₄⁺) e nitrato (N-NO₃⁻). Os resultados dessas análises, juntamente com as quantidades aplicadas no solo são apresentados na tabela 1.

As emissões de NH₃ foram monitoradas utilizando um sistema de túneis ventilados dispostos em um delineamento de blocos ao acaso com 3 repetições. Os túneis, similares aos descritos por Lockyer (1984), cobriram uma área de 1 m² (0,5 x 2 m) e foram instalados perpendicularmente à direção do vento predominante, com o objetivo de minimizar o efeito do vento ambiente.

A temperatura do ar e a velocidade do vento foram medidas utilizando um sensor modelo KM4007 (Comark Limited, Hertfordshire, UK) instalado a jusante do fluxo de ar dentro dos túneis.

Os fluxos de volatilização de NH₃ (F_{NH₃}, g N m⁻² h⁻¹) foram calculados utilizando a seguinte equação:

$$F_{\text{NH}_3} = f/A_s (C_o - C_i)$$

Onde: f é o fluxo que passa através do túnel (m³ h⁻¹), A_s é a área da superfície do túnel, C_o e C_i são as concentrações de ar que entram e saem do túnel, respectivamente (g N-NH₃ m⁻³). Os valores de C_o e C_i foram obtidos pela captura da NH₃ em 100 mL de uma solução de H₃PO₄ 0,005 mol L⁻¹ a uma taxa de fluxo de ar de 3 L min⁻¹.

A temperatura do ar e do solo dentro e fora dos túneis foram monitoradas utilizando um sistema de sondas termopares programados para registrar os dados a cada 2 minutos.

Sete e quatorze dias após a aplicação dos tratamentos, todos os túneis receberam 5 mm de água de irrigação, para avaliar o seu efeito sobre as emissões de NH₃.

Todos os resultados foram submetidos à análise de variância e de regressão utilizando o software SigmaPlot 12.0 (Systat Software, San Jose, CA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura do ar e do solo durante o período experimental variou entre 7,5 e 32,3 °C (média de 19,4 °C) e entre 10,8 e 29,7 °C (média de 19,7 °C), respectivamente. A média da umidade volumétrica do solo ao final do estudo foi de 0,086 m³ m⁻³.

Os fluxos e as perdas acumuladas de NH₃ são mostrados na figura 1. As quantidades médias acumuladas de NH₃ volatilizada durante o período experimental variaram entre 2,7 e 7,0 g N m⁻²,

correspondendo a 13,5 e 35 % do N total aplicado, respectivamente. Tais perdas de N por volatilização de NH₃ situam-se na faixa reportada em outras pesquisas envolvendo camas de aviário [4 a 31 % do N total aplicado, Schilke-Gartley & Sims (1993); 17 a 31 % do N total aplicado, Brinson et al. (1994); 6 a 30 % do N total aplicado, Lau et al. (2008)].

Com exceção das camas 1 e 3, que apresentaram um comportamento distinto das demais ao longo do estudo, todas as outras 5 camas avaliadas exibiram padrões similares de emissão de NH₃, com fluxos mais intensos nas primeiras horas após a aplicação. Os maiores fluxos de NH₃ para a atmosfera, de aproximadamente 0,9 g NH₃ m⁻² h⁻¹, foram observados na cama 4 e ocorreram na primeira hora após a aplicação. Esse resultado pode ser atribuído a maior quantidade de N-NH₄⁺ (103,8 kg N-NH₄⁺ ha⁻¹), adicionada ao solo com esta cama, a qual representou 51,9 % do N total aplicado.

Durante o primeiro dia após a aplicação das camas de aviário no solo, as perdas de NH₃ medidas nas camas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 atingiram em torno de 5, 60, 5, 52, 54, 27 e 33 % da quantidade total de NH₃ emitida nos 22 dias de duração do estudo, respectivamente. Nesse período, as perdas de NH₃ foram positivamente correlacionadas com o teor de N-NH₄⁺ das camas (R= 0,91) e negativamente correlacionadas com o seu conteúdo de matéria seca (R= -0,86) (Figura 2). Estudos tem demonstrado que o conteúdo de matéria seca das camas de aviário pode ser um importante fator na determinação do potencial de volatilização destes resíduos (Meisinger & Jokela, 2000). De acordo com Elliot & Collins (1983), a NH₃ liberada é menor a partir de camas de aviário com um conteúdo de matéria seca acima de 60 %.

Sete dias após a aplicação das camas de aviário, mais especificamente antes da primeira irrigação de 5 mm, as perdas acumuladas de NH₃ já representavam 18,6; 76,0; 17,1; 86,3; 81,1; 57,6 e 57,6 % das emissões totais encontradas para as camas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7, respectivamente. As menores perdas de NH₃ antes da irrigação foram observadas nas camas 1 (0,8 g N ha⁻¹) e 3 (1,06 g N ha⁻¹), as quais possuíam os maiores teores de matéria seca. Tais resultados confirmam aqueles relatados por Lockyer et al. (1989) durante um experimento com duração de 6 dias e com diferentes camas de aviário. De acordo com esses autores, a imediata secagem dos resíduos, mesmo procedimento adotado nas camas 1 e 3, provavelmente reduziu as perdas de NH₃,



preservando maior quantidade de N na forma de ácido úrico.

As perdas acumuladas de NH_3 aumentaram significativamente nas camas 1 e 3 após a irrigação de 5 mm. De modo geral, estas perdas estão de acordo com os resultados de Cabrera & Vervoort (1998), os quais verificaram que a adição de 20 mm de chuva simulada sobre uma cama de aviário aumentou temporariamente a taxa de perda de NH_3 . De acordo com estes autores, a chuva estimula a decomposição microbiana das camas, favorecendo a liberação de N. No presente estudo, a hipótese da aceleração da decomposição pela água adicionada pode ser suportada pela quantidade elevada de N mineralizado nas camas 1 e 3 (39,4 e 56 % do N orgânico, respectivamente). Para as camas 2, 4, 5, 6 e 7, não foi verificado nenhum efeito significativo nas emissões de NH_3 após a aplicação dos 5 mm de chuva simulada.

Os resultados deste trabalho evidenciam que a volatilização de NH_3 é uma importante via de perda de N após a aplicação de cama de aviário no solo e que a magnitude desta perda depende, principalmente, do conteúdo de N-amoniacoal e de matéria seca da cama. Ao contrário de outros estudos, não foram observadas correlações entre as perdas de NH_3 e o pH.

CONCLUSÕES

A aplicação de cama de aviário na superfície do solo resultou em perda de N por volatilização de NH_3 , variando de 13,5 a 35 % da quantidade de N total aplicada.

As perdas acumuladas de NH_3 apresentaram forte correlação positiva com o teor de N-amoniacoal e negativa com o conteúdo de matéria seca das camas de aviário.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e a CAPES pela concessão de bolsas (Doutorado e Doutorado Sanduíche). Ao Agriculture et Agroalimentaire Canada (Centre de Recherche et de Développement sur les Sols et les Grandes Cultures) pelo auxílio financeiro durante a execução da pesquisa.

REFERÊNCIAS

BOLAN, N. S.; SZOGI, A. A.; CHUASAVATHI, T.; SESHADRI, B.; ROTHROCK JR, M. J.; PANNEERSELVAM, P. Uses and management of poultry litter. *World's Poultry Science Journal*, 66:673-698, 2010.

BRINSON, S., CABRERA M. L. AND TYSON, S. Ammonia volatilization from surface-applied, fresh and composted poultry litter. *Plan Soil*, 167:213-218, 1994.

CABRERA, M. L. & VERVOORT, A. A. Effect of timing of simulated rain on ammonia volatilization from surface-applied broiler litter. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 29:575-586, 1998.

ELLIOT, H. A. AND COLLINS, N. E. Chemical methods for controlling ammonia release from poultry manure. *ASAE*, 83-4521, 1993.

FERM, M., KASIMIR-KLEMEDTSSON, A., WESLIEN, P., KLEMEDTSSON, L. Emission of NH_3 and N_2O after spreading of pig slurry by broadcasting or band spreading. *Soil Use & Management*, 15:27-33, 1999.

GORDON, R., JAMIESON, R., RODD, V., PATTERSON, G., HARZ, T. Effects of surface manure application timing on ammonia volatilization. *Canadian Journal of Soil Science*, 81:525-533, 2011.

LAU, A. K.; BITTMAN, S. & HUNT, D. E. Development of ammonia emission factors for the land application of poultry manure in the Lower Fraser Valley of British Columbia. *Canadian Biosystems Engineering.*, 50:647-655, 2008.

LOCKYER, D. R. A system for the measurement in the field of losses of ammonia through volatilisation. *J. Sci. Food Agric*, 35:837-848, 1984.

LOCKYER, D. R., PAIN, B. F., KLARENBECK, J. V. Ammonia emissions from cattle, pig and poultry wastes applied to pasture. *Environ. Pollut.* 56:19-30, 1989.

MEISINGER, J. & JOKELA W. E. Ammonia volatilization from dairy and poultry manure. In *Proceedings from Managing Nutrients and Pathogens from Animal Agriculture*. Camp Hill, PA, 2000. p. 334-354.

POTE, D.H.; WAY, T. R.; KLEINMAN, P. J. A.; MOORE JR., P. A.; MEISINGER, J. J.; SISTANI, K. R.; SAPORITO, L. S.; ALLEN, A. L.; FEYEREISEN, G. W. Subsurface application of poultry litter in pasture and no-till soils. *J. Environ. Qual.*, 40:402-411, 2011.

SCHILKE-GARTLEY, L. L. & SIMS, J. T. Ammonia volatilization from poultry manure-amended soil. *Biol. Fertil. Soils*, 16:5-10, 1993.

SHARPE, R. R.; SCHOMBERG, H. H.; HARPER, L. A.; ENDALE, D. M.; JENKINS, M. B. AND FRANZLUEBBERS, A. J. Ammonia volatilization from surface-applied poultry litter under conservation tillage management practices. *J. Environ. Qual.* 33:1183-1188, 2004.

SOMMER, S.G., GENERMONT, S., CELLIER, P., HUTCHINGS, N.J., OLESEN, J.E., MORVAN, T. Processes controlling ammonia emission from livestock slurry in the field. *European Journal of Agronomy*, 19:465-486, 2003.

Tabela 1. Valores de pH, teores de matéria seca (MS), taxa de aplicação e quantidades de nitrogênio (N) com as camas de aviário.

Tratamentos*	pH	MS	Taxa de aplicação	N Total			
				N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	N-Orgânico	(kg ha ⁻¹)
CA 1	7,9	94,9	5.410	200	3,8	0,0	196,2
CA 2	8,5	51,9	11.260	200	35,6	0,1	164,3
CA 3	7,1	69,9	5.560	200	13,0	0,0	187,0
CA 4	8,4	43,5	7.460	200	103,8	0,0	96,2
CA 5	8,0	37,0	8.150	200	48,9	0,0	151,1
CA 6	7,9	61,5	4.890	200	27,4	0,1	172,5
CA 7	8,4	64,8	8.044	200	32,0	1,0	167,0

*CA: Cama de Aviário

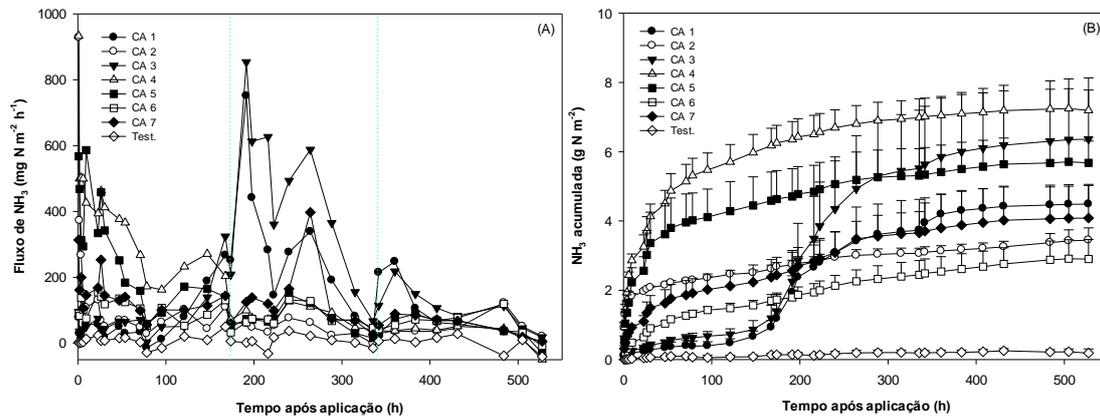


Figura 1. Fluxo de NH₃ (A) e NH₃ acumulada (B) após a aplicação das camas de aviário ao solo. Linhas tracejadas na figura A indicam as irrigações de 5 mm; Linhas verticais na figura B indicam o erro padrão da média.

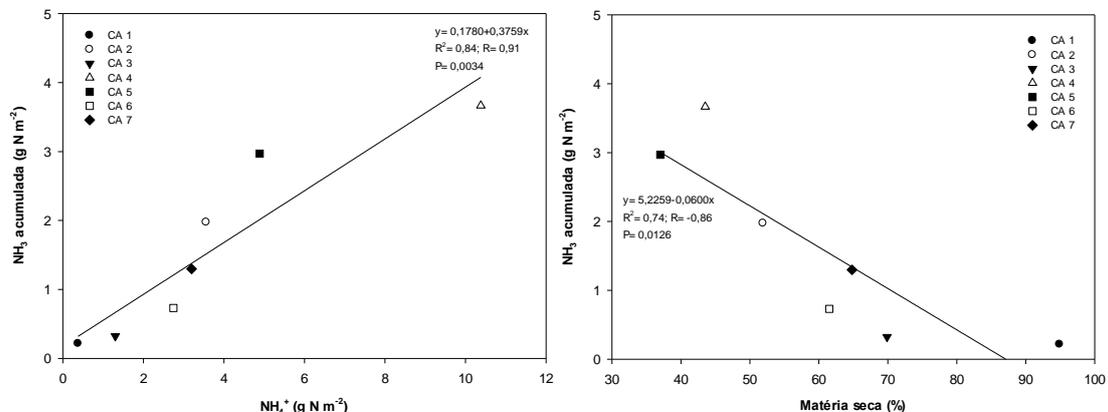


Figura 2. Relação das perdas acumuladas de NH₃ ocorridas nas primeiras 26 horas com a quantidade de N-NH₄⁺ aplicada ao solo (A) e com a porcentagem de matéria seca (B) das camas de aviário utilizadas.