

Volatilização de amônia de cama-de-frango incorporada no solo¹

Núbia Tereza Carvalho Cruvinel², Álisson Vanin³

¹Artigo apresentado à Faculdade de Engenharia Ambiental como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Ambiental, Faculdade de Engenharia Ambiental, Universidade de Rio Verde, 2012.

²Aluna de Graduação, Faculdade de Engenharia Ambiental, Universidade de Rio Verde, 2012. E-mail: nubiacarvalhocruvinel@gmail.com

³Orientador, Professor da Faculdade de Engenharia Ambiental, Universidade de Rio Verde, 2012. E-mail: alissonvanin@hotmail.com

Resumo: Devido ao constante crescimento da avicultura, a cama-de-frango vem sendo gerada em grandes quantidades no Brasil. Formada por casca de arroz, maravalha ou outras palhadas, juntamente com as fezes das aves, este material possui vários nutrientes em sua composição, tal como o nitrogênio (N), essencial ao uso da cama como adubo. Porém, o nitrogênio contido neste fertilizante pode ser perdido por volatilização de amônia. O objetivo deste trabalho foi mensurar as perdas por volatilização de amônia proveniente da cama-de-frango incorporada no solo em diferentes doses e ao longo do tempo. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado na Universidade de Rio Verde, os tratamentos consistiram de 5 doses de cama-de-frango (0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 t ha⁻¹) e 5 repetições. A volatilização média de amônia obtida foi de no máximo 0,489 kg ha⁻¹ na dose de 7,5 t ha⁻¹, considerando onze coletas com esta volatilização, seria obtido um total de 5,38 kg ha⁻¹ de amônia volatilizada, o que representa 1,88% do N aplicado. A volatilização de amônia da cama-de-frango incorporada no solo não apresenta um comportamento padrão. As perdas de N com a aplicação de cama-de-frango são consideradas baixas. A volatilização de amônia da cama-de-frango é bastante complexa e merece maior quantidade de estudos.

Palavras-chave: Adubação, Fertilizantes, Nitrogênio, Resíduos orgânicos

Ammonia volatilization from poultry litter application on soil

Abstract: Due to the constant growth of the poultry industry, poultry litter has been generated in large quantities in Brazil. Formed by rice husk, wood shavings or other straws, along with the bird droppings, this material has many nutrients in its composition, such as nitrogen (N), essential to use the bed as fertilizer. However, the nitrogen contained in this fertilizer can be lost by volatilization. The objective of this study was to measure losses by ammonia volatilization from poultry litter incorporated into the soil at different doses and over time. The experiment was conducted in a completely randomized design at University of Rio Verde, the treatments consisted of five doses of poultry litter (0, 2.5, 5.0, 7.5 and 10.0 t ha⁻¹) and five repetitions. Ammonia volatilization mean was no more than 0.489 kg ha⁻¹ at a dose of 7.5 t ha⁻¹, whereas eleven samplings with this volatilization, would obtain a total of 5.38 kg ha⁻¹ of volatilized ammonia, which represents 1.88% of N applied. Ammonia volatilization from poultry litter incorporated into soil does not have a default behavior. The losses of N with the application of poultry litter are considered low. Ammonia volatilization from poultry litter is quite complex and deserves a greater number of studies.

Keywords: Fertilization, Fertilizers, Nitrogen, Organic waste

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores e o maior exportador de carne de frangos de corte do mundo e essa produção gera um grande volume de resíduos orgânicos que, se não tiver destinação adequada poderá oferecer sério risco ao ambiente como agente poluidor (Noce et al., 2010). O resíduo deste tipo de exploração é chamado cama-de-frango, que consiste na mistura de fezes e urina com o material utilizado como substrato para receber e absorver a umidade da excreta, penas e descamações da pele das aves, restos de alimento e água caídos dos comedouros e bebedouros (Palhares, 2004).

A cama-de-frango gerada nos aviários era utilizada como complemento na alimentação de bovinos ou mesmo na adubação de pastagem. Entretanto, em 2001, pela Instrução Normativa nº.15 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, como uma das medidas preventivas para se evitar no país os riscos potenciais da encefalopatia espongiforme bovina, popularmente conhecida como mal da vaca louca, determinou-se a proibição deste tipo de uso (MAPA 2001).

Tal fato gerou a necessidade urgente de se fornecerem alternativas aos produtores para a destinação adequada da cama-de-frango, de forma que, além de minimizar os riscos de poluição ambiental, a mesma possa ser aproveitada como fonte alternativa de renda e/ou na redução dos custos de produção dentro da propriedade. Devido à riqueza de nutrientes destes resíduos e por estarem disponíveis nas propriedades a um baixo custo, viabilizou-se seu uso na adubação de culturas comerciais (Costa et al., 2009).

A aplicação de cama-de-frango combinada com adubos químicos não tiveram produtividade maior do que as doses exclusivas. Essas doses exclusivas, de 3,6, 5,0 e 7,5 toneladas de cama de aves por hectare, foram similares, comprovando melhor eficiência para a dose de 3,6 t. ha⁻¹, que também foi 36% mais econômica do que a adubação química (Konzen, 2003). O uso de adubos como o esterco de galinha rico em nitrogênio, em hortaliças pode dispensar o uso deste mineral na sua forma química (Filgueira, 2000).

O aproveitamento da cama de aviário como adubo orgânico deve ser realizado de acordo com o princípio do balanço de nutrientes, compatibilização das características de fertilidade do solo, com as exigências das culturas e com o teor de nutrientes. Sendo assim, é preciso adequar o volume de cama disponível e/ou viável de ser utilizada para adubação com o referido balanço de nutrientes. Desta forma, em muitos casos, torna-se

necessário a utilização de outras fontes de nutrientes, que porventura não estejam presentes em quantidades adequadas no resíduo, como complemento à adubação orgânica (Ávila et al., 2007).

A cama-de-frango é rica em nutrientes, comercialmente encontrados a custos elevados. A cada tonelada de cama é possível encontrar 30 kg de nitrogênio, 24 kg de fósforo, 36,5 kg de potássio, 23 kg de cálcio e 7,3 kg de magnésio em um pH que gira em torno de 8,2 (Konzen, 2003). A alta quantidade de macro e micronutrientes faz da cama-de-frango um ótimo adubo orgânico, tendo, porém, a necessidade do conhecimento do solo onde a mesma será aplicada em relação às suas limitações e potencialidades (Malone, 1992).

A amônia é um gás incolor e irritante às mucosas, sendo formado a partir da decomposição microbiana do ácido úrico eliminado pelas aves. Quando a quantidade de amônia inalada é superior a 60 ppm, as aves ficam predispostas a doenças respiratórias. Quando o nível de amônia no ambiente atinge 100 ppm, há redução da taxa e profundidade da respiração, prejudicando os processos fisiológicos de trocas gasosas. Esses níveis altos de amônia (60 a 100 ppm) podem ser observados no início da criação em galpões, com a reutilização da cama (Gonzáles e Saldanha, 2001). O ser humano também pode ser prejudicado, apresentando alta incidência de sintomas agudos e crônicos, incluindo tosse, irritação nos olhos, fadiga, congestão nasal, espirro, dor de cabeça, irritação na garganta e febre (Donham, 2000).

A volatilização de amônia está relacionada com a umidade da cama-de-frango, e foi comprovado em um experimento com diferentes umidades relativas e circulação interna do ar em um aviário, onde o peso corporal das aves expostas à baixa umidade relativa (45%) foi significativamente maior aos 42 dias de idade, comparado com umidades de 75% e 80%. Além disso, os aumentos dos níveis de amônia corresponderam aos aumentos da umidade relativa dentro do aviário (Weaver Jr. e Meijerhof, 1991).

Para Medeiros et al. (2008) a umidade presente na cama-de-frango (31% da capacidade de campo) diminuiu em 81% a quantidade de amônia volatilizada. Além disso, observou-se que a utilização de diferentes aditivos na cama, como o sulfato de cobre, sulfato de alumínio e fosfato (superfosfato simples), foram eficientes em reduzir a volatilização da amônia da cama.

Em trabalho realizado com a aplicação de doses de cama-de-frango, variando de 0 a 10 t ha, na superfície do solo, observou-se que a volatilização de amônia não

apresentou um comportamento padrão ao longo de 30 dias após sua aplicação. As perdas de N com a aplicação de cama-de-frango foram consideradas baixas em relação a quantidade de N aplicada, tornando seu uso mais eficiente e atrativo para a agricultura (Cruvinel e Vanin, 2012).

Os dejetos líquidos de suínos também são utilizados na agricultura como fonte de nutrientes. Porém, a maior parte das perdas de N por volatilização de amônia deste resíduo ocorre nas primeiras horas após a aplicação dos dejetos no campo (Port et al., 2003).

A ureia é normalmente utilizada para a adubação de culturas e pastagens. Entretanto, na maioria das vezes, a volatilização de amônia deste fertilizante é muito alta em relação à quantidade de N aplicada. Além disso, as perdas por volatilização de amônia da ureia são três vezes maiores que as perdas da cama (Vanin, 2010).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi mensurar a volatilização de amônia da cama-de-frango incorporada no solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido em casa de vegetação, na Universidade de Rio Verde, no período de fevereiro a junho de 2011.

Foram utilizados vasos de dez dm³ contendo oito quilogramas de terra fina seca ao ar (TFSA), de um subsolo de textura muito argilosa, classificado como Latossolo Vermelho distroférico (Embrapa, 2006). As características químicas e físicas do solo foram: Ca: 0,27; Mg: 0,08; K: 0,02; Al: 0,01; H+Al: 2,2; Soma de bases: 0,38; CTC: 2,61, em cmolc dm⁻³; P (Mel): 0,18 mg dm⁻³; matéria orgânica: 4,10 g kg⁻¹; pH (CaCl₂): 4,65; areia, silte e argila: 160; 130; e 710 g kg⁻¹, respectivamente.

O ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (0, 2,5, 5,0, 7,5 e 10,0 t ha⁻¹ de cama de frango) e cinco repetições. A aplicação e incorporação da cama no solo foram realizadas no dia 09 de abril de 2011. A cama-de-frango incorporada apresentou 38,20; 10,20; 25,50; 7,40; 3,50 e 3,60 g kg⁻¹, de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente.

Antes da aplicação da cama-de-frango, a umidade do solo foi elevada a 50% da capacidade de campo. Posteriormente, os vasos contendo solo e cama-de-frango foram irrigados a cada 3 dias para manter a umidade do solo em 50% da capacidade de campo.

As doses de cama foram incorporadas ao solo e imediatamente após instalaram-se as câmaras coletoras, utilizando-se um sistema de câmara semiaberta estática de plástico transparente tipo PET de 2 litros sem a base, com área de 0,008 m². Em seu interior foi utilizada uma fita de espuma de polietileno de 2,5 cm de largura e 25 cm de comprimento embebida em solução de H₂SO₄ 0,55 mol L⁻¹ + glicerina 2% (v/v), segundo metodologia descrita por (Araújo et al. 2006). As fitas de coleta de amônia volatilizada foram substituídas nos períodos subsequentes a 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30 e 33 dias após a aplicação.

As amostras do volatilizado foram encaminhadas para o laboratório de solos da Universidade de Rio Verde para determinação dos teores de amônia pelo método de destilação de arraste de vapores semi-micro Kjeldahl (Silva et al., 2009).

Os dados foram tabulados e analisados no programa estatístico Sisvar para análise de variância e regressão (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

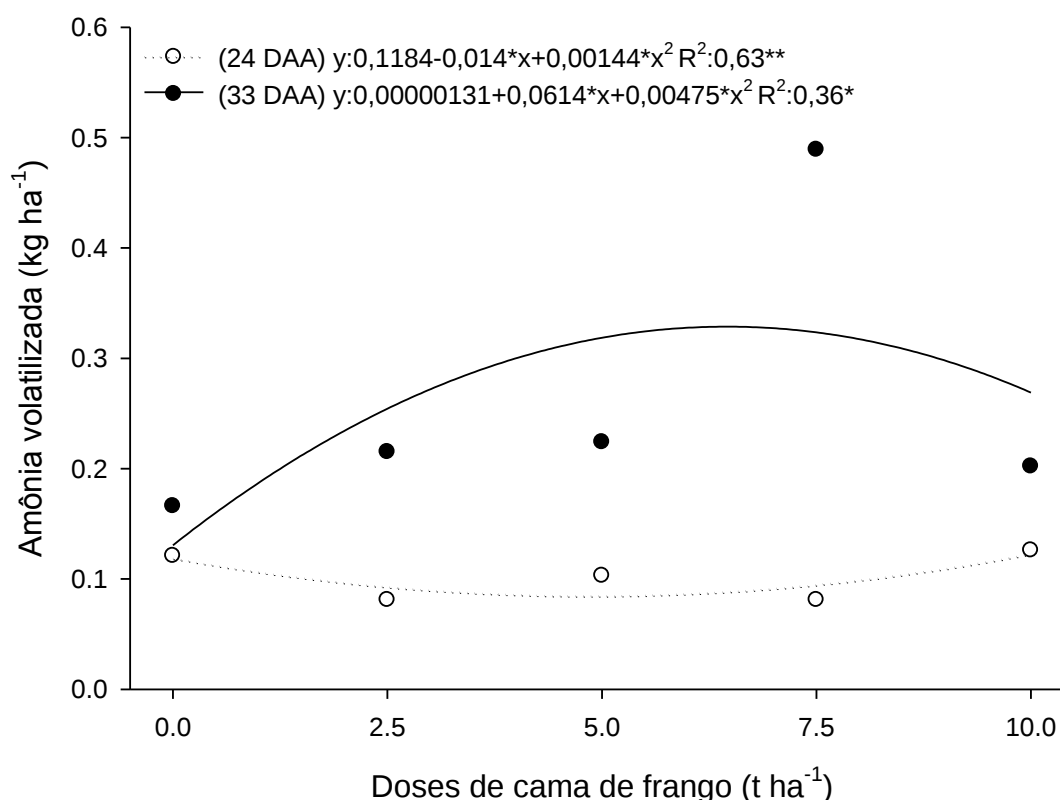
De acordo com a análise dos resultados obtidos, observou-se que tanto as doses (0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 t ha⁻¹) de cama-de-frango aplicadas, quanto o tempo de 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30 e 33 dias após a aplicação influenciaram a volatilização de amônia, houve também interação significativa entre as doses aplicadas e o tempo de coleta após a aplicação.

Observou-se que a volatilização foi altamente influenciada por todas as doses ao longo do tempo. A aplicação de cama-de-frango nas diferentes doses superou a volatilização de amônia da testemunha. Apesar da alta significância na análise de variância para as doses, o ajuste das curvas de regressão obteve coeficientes de determinação (R²) baixos. Considerando a volatilização de amônia em valores numéricos, pode-se inferir que não houve grande variação na volatilização de amônia apesar das doses crescentes (Tabela 1).

Tabela 1 Amônia volatilizada proveniente da aplicação incorporada de diferentes doses de cama-de-frango e testemunha em função do tempo após a aplicação.

Tempo após a aplicação (dias)	Doses de cama de frango (t ha ⁻¹)					
	Testemunha	2,5	5,0	7,5	10,0	Média
	----- kg ha ⁻¹ de amônia-----					
3	0,099	0,126	0,108	0,103	0,094	0,106
6	0,103	0,126	0,099	0,108	0,121	0,111
9	0,099	0,144	0,094	0,108	0,103	0,110
12	0,099	0,103	0,130	0,090	0,085	0,101
15	0,099	0,108	0,090	0,144	0,094	0,107
18	0,076	0,085	0,108	0,117	0,103	0,098
21	0,081	0,121	0,103	0,099	0,076	0,096
24	0,121	0,081	0,103	0,081	0,126	0,102
27	0,085	0,090	0,072	0,090	0,090	0,085
30	0,081	0,099	0,126	0,126	0,108	0,108
33	0,166	0,215	0,224	0,489	0,202	0,259
Média	0,101	0,118	0,114	0,141	0,109	-
Acumulado	1,109	1,298	1,257	1,555	1,202	-

A volatilização de amônia ao longo do tempo apresentou variação significativa apenas no décimo quinto, vigésimo quarto e trigésimo terceiro dia após a aplicação da cama. Contudo, para o décimo quinto dia não houve ajuste de curva de regressão, mas para os outros dias citados acima, houve tendência quadrática de perdas. Apesar do ajuste de curvas encontrado, o coeficiente de determinação (R^2) das mesmas não foi elevado, sendo de 0,63 e 0,35, respectivamente. Devido à complexidade de decomposição dos resíduos orgânicos, podem-se observar variações na volatilização, de difícil compreensão. Segundo a CFSEMG (1999) e Kiehl (1985), a mineralização da matéria orgânica é de cerca de 50% no primeiro ano. Portanto, as medições efetuadas até o 33º dia da aplicação neste trabalho, não representam todo o período que possivelmente haveria perdas por volatilização de amônia (Figura 1).



*, **. Significativo a 1 e 5% pelo teste F, respectivamente.

Figura 1 Volatilização de amônia em função da incorporação no solo de diferentes doses de cama-de-frango e do tempo após a aplicação.

A volatilização de amônia média obtida foi de no máximo 0,489 kg ha⁻¹ na dose de 7,5 t ha⁻¹, considerando onze coletas com esta volatilização, seria obtido um total de 5,38 kg ha⁻¹ de amônia volatilizada, o que representa 1,79% do N aplicado de acordo com a composição citada por Konzen (2003) e de 1,88% de acordo com o resultado da análise realizada neste trabalho. Fazendo esta mesma comparação, Cruvinel e Vanin (2012) encontraram 2,46% de perdas do N aplicado, com aplicação superficial da cama, ou seja, volatilização de amônia aproximadamente 37% maior. Estes resultados podem ser considerados muito baixos comparados aos obtidos por Vanin (2010), em que a volatilização de amônia até o 5º dia após a aplicação da cama na superfície em Braquiária e Tifton foi de 2 a 3% do total de N aplicado. Também, observou-se volatilização acumulada de 0,96 a 1,56% do total de N aplicado neste trabalho, de acordo com a composição química da cama citada por Konzen (2003).

De acordo com a composição química das doses de cama-de-frango aplicadas, de 95,5 a 382 kg ha⁻¹ de N foram incorporados no solo. Estas doses proporcionaram volatilizações de 0,31 a 1,36% do N aplicado, demonstrando pequenas perdas e alto aproveitamento do N da cama aplicada no solo.

A volatilização de amônia não seguiu um padrão. Porém, observou-se que em valores numéricos, a testemunha apresentou menores perdas, enquanto a dose de 7,5 t ha⁻¹ foi superior às demais. Também se pode observar que no 33º dia após a aplicação da cama, a volatilização foi maior em valores absolutos, apresentando volatilizações duas vezes maiores do que qualquer uma das médias dos outros dias. Portanto, a partir do 33º dia da aplicação, observa-se a possibilidade de aumento da volatilização nos dias subsequentes.

As baixas volatilizações encontradas neste trabalho são importantes para demonstrar que a aplicação de cama-de-frango incorporada no solo não representa alta perda na eficiência de uso do N e, além disso, apresenta menores perdas em relação à cama de frango aplicada na superfície. Contudo, devem-se realizar outras medições por maiores períodos de tempo, com o intuito de determinar as curvas de comportamento da cama de frango em relação à volatilização de amônia.

CONCLUSÕES

1. A volatilização de amônia da cama-de-frango incorporada no solo não apresenta um comportamento padrão.
2. As perdas de N com a aplicação de cama-de-frango são consideradas baixas.
3. A volatilização de amônia da cama-de-frango é bastante complexa e merece maior quantidade de estudos.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, E. S. et al. **Câmara coletora para quantificação do N-NH₃ volatilizado do solo**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2006. 4 p. (Embrapa Agrobiologia. Comunicado técnico, 87).

ÁVILA, V. S.; ABREU, V. M. N.; FIGUEIREDO, E. A. P.; OLIVEIRA, U.; BRUM, P. **A.Valor agrônomo da cama de frango após reutilização por vários lotes**

consecutivos. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2007. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado técnico, 46).

COSTA, A. M.; BORGES, E. N.; SILVA, A. de A.; NOLLA, A.; GUIMARÃES, E. C. Potencial de recuperação física de um latossolo vermelho, sob pastagem degradada, influenciado pela aplicação de cama de frango. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, p. 1991-1998, 2009. Edição especial.

CRUVINEL, K. A.; VANIN, A. **Volatilização de amônia com aplicação superficial de cama de frango no solo.** 2012.

DONHAM, K.J. Occupational health hazards and recommended exposure limits for workers in poultry building. In: NATIONAL POULTRY WASTE MANAGEMENT SYMPOSIUM, 2000, Auburn. **Proceedings...** Auburn: Auburn University, 2000. p.92-109.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de classificação de solos.** Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2006

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000.

GONZÁLES, E.; SALDANHA, E.S.P.B. Os primeiros dias de vida do frango e a produtividade futura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 11., 2001, Goiânia. **Anais.** Goiânia: AZEG/ABZ, 2001. p.312-313.

KIEHL, J. E. **Fertilizantes Orgânicos.** Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. p.50-67.

KONZEN, E. A., 2003. **Informe Técnico EMBRAPA:** Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves. Videira, SC, agosto, 2003.

MALONE, G.W. Nutrient enrichment in integrated broiler production systems. **Poultry Science**, v.17, p. 1/22, 1992.

MAPA 2001. Instrução Normativa nº15, de 17 de julho de 2001. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Diário Oficial nº 138, Seção 1, de 18.7.2001.

MEDEIROS, R.; SANTOS, B. J. M.; FREITAS, M.; SILVA, O. A.; ALVES, F. F.; FERREIRA, E. A adição de diferentes produtos químicos e o efeito da umidade na volatilização de amônia em cama de frango. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.8, p 2321- 2326 nov, 2008.

NOCE, M. A.; CARVALHO, D. O.; OLIVEIRA, A. C.; CHAVES, F. F. **Fertilização Orgânica do Milho para Silagem Utilizando Cama de Frango em Doses e Sistemas de Aplicação Distintos**. Embrapa Milho e Sorgo, Rod .MG 424, Km 65, 35701-970, Sete Lagoas MG. XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2010, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo.

PALHARES, J. C. P. **Uso da cama de frango na produção de biogás**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004. 60 p. (Embrapa Suínos e Aves. Circular técnica, 41).

PORT, O.; AITA, C.; GIACOMINI, S. J. **Perda de nitrogênio por volatilização de amônia com o uso de dejetos de suínos em plantio direto**. Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 38, n. 7, p. 857-865, jul. 2003.

ROS, C. O.; AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Volatilização de amônia com aplicação de uréia na superfície do solo, no sistema plantio direto. **Ciência Rural**, v.35, n.4, jul-ago, 2005.

SILVA, F. C. da; ABREU, M. F. de; PÉREZ, D. V.; EIRA, P. A.; ABREU, C. A. de; RAIJ, B. V.; GIANELLO, C.; COELHO, A. M.; QUAGGIO, J. A.; TEDESCO, M. J.; SILVA, C. A.; CANTARELLA, H.; BARRETO, W. de O. Nitrato e Amônio. Métodos de análises químicas para avaliação da fertilidade do solo. In: SILVA, F.C. (Editor técnico). **Manual de análise química de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2009. cap. 1. p. 180-183.

VANIN, A. **Perda de nitrogênio por volatilização de amônia proveniente da aplicação superficial de resíduos orgânicos**. Rio Verde, 2010. 56p. (Dissertação de Mestrado). Universidade de Rio Verde, 2010.

WEAVER Jr., W.D.; MEIJERHOF, R. The effect of different levels of relative humidity and air movement on litter conditions, ammonia levels, growth, and carcass quality for broiler chickens. **Poultry Science**, v.70, p.746-755, 1991.