

AVALIAÇÃO DO N VOLATILIZADO E SOLO ADUBADO COM CAMA DE FRANGO E INIBIDOR DE UREASE

Eduardo Peixoto Silva¹
Joiran Luiz Magalhães²

¹ Acadêmico da faculdade de Engenharia Ambiental da Universidade de Rio Verde. Fazenda Fontes do Saber, Caixa Postal 104b Cep: 75901-970 - Rio Verde - Goiás. E-mail: eng.eduardopeixoto@gmail.com

² Professor Me. da Faculdade de Engenharia Ambiental, Universidade de Rio Verde. E-mail: joiranrv@hotmail.com

RESUMO

Objetivou-se analisar a eficiência do *Agrotain Plus* como inibidor de nitrificação em solo do cerrado junto à cama de aviário a fim de mitigar possíveis impactos ambientais desses resíduos. Utilizou-se cama de frango (CF) com e sem a adição do inibidor de uréase, *Agrotain Plus* (AP) na quantidade de 14 kg/ha⁻¹, em solo do cerrado latossolo vermelho distrófico. O experimento foi conduzido em plataforma de apoio com 56 garrafas plásticas de dois litros, com um quilo de solo adotando o DIC com quatro repetições nas doses de 0, 5, 10, 20, 40, 80 e 160 t ha⁻¹ de cama de frango. Avaliaram-se as características de volatilização, potencial hidrogeniônico, condutividade elétrica e potássio no líquido percolado. Com os resultados, concluiu-se que o inibidor de uréase *Agrotain Plus* não proporcionou redução da volatilização do N e a aplicação de cama de frango promoveu alteração do pH do percolado, elevando a condutividade elétrica e os teores de potássio lixiviado.

Palavras-chave: resíduos de frango, volatilização, adubação orgânica.

N ASSESSMENT VOLATILIZATION AND FERTILIZED SOIL WITH CHICKEN AND BED UREASE INHIBITOR.

ABSTRACT

This study aimed to analyze the Agrotain Plus efficiency as nitrification inhibitor in the cerrado soil near the poultry litter in order to mitigate possible environmental impacts of such waste. We were used poultry litter (CF) with and without the addition of the urease inhibitor Agrotain Plus (AP) in the amount of 14 kg / ha-1 in soil closed latosol red dystrophic. The experiment was conducted in support platform with 56 plastic bottles of two liters, with a kilogram of soil adopting DIC with four replications at doses of 0, 5, 10, 20, 40, 80 and 160 t bed ha-1 chicken. Evaluated the characteristics of volatilization, hydrogenionic potential, electrical conductivity and potassium in percolated liquid. From the results, it was concluded that the urease inhibitor Agrotain Plus provided no reduction in volatilization of N and poultry litter application promoted leachate changing the pH, increasing the electrical conductivity and leached potassium levels.

Keywords: chicken waste, volatilization, organic fertilization.

INTRODUÇÃO

O Brasil tem sido líder mundial em exportação de carne de frango nos últimos 10 anos, com 13 milhões de toneladas exportadas em 2015 (AGÊNCIA BRASIL, 2015). A grande produção de aves é um dos maiores e mais rápidos ramos de desenvolvimento da indústria agroalimentar em todo o mundo, gerando quantidades consideráveis de resíduos, os quais acarretam problemas ambientais significativos (AITA *et al.* 2013).

Os resíduos provenientes da criação de frango podem ser reaproveitados como fertilizante por proporcionar um aditivo na qualidade do solo, melhorando suas características químicas, físicas e biológicas, e auxiliando na redução dos processos de lixiviação, volatilização e fixação devido a sua liberação gradativa de nutrientes no solo (MUELLER *et al.* 2013).

A aplicação de resíduos aviários pode ocorrer tanto em profundidade quanto em superfície, entretanto, na aplicação superficial, as perdas de nitrogênio são significativas por meio da volatilização do NH_3 . Nesse contexto, uma forma de minimizar tais perdas pode ser feito por meio da adoção da aplicação da cama de frango em profundidade, posto que sua decomposição ocorre no interior do solo onde existe uma maior presença de íons de hidrogênio (H^+), propiciando condições mais favoráveis para a transformação do NH_3 em NH_4^+ (MOTTIN *et al.* 2015).

O nitrogênio presente na cama de frango pode ser limitante na agricultura, de modo que algumas regiões do mundo apresentam carência desse nutriente no solo, o que ocasiona baixa produção de alimentos. Já em outras regiões, tal nutriente pode ser encontrado em excesso, perfazendo as necessidades das culturas e apresentando sobras, demonstrando outra característica do nitrogênio, a de poluente (MARTINELLI, 2007). Uma das estratégias para se retardar a alta concentração de nitrogênio no solo (NO_3^-), é a utilização de inibidores de nitrificação, através desse método, o potencial poluidor do nitrogênio passa a ser reduzido, além de representar um aditivo no potencial fertilizante do mesmo (AITA *et al.* 2013).

Considerando-se as expressivas quantidades de resíduos aviários que são gerados no Brasil em consequência da grande produção de carne de frango no país, e o potencial poluidor desses resíduos em virtude de sua rápida taxa de nitrificação do N, faz-se necessário avaliar a eficiência de inibidores de nitrificação quando aplicados no solo junto à cama de frango. O presente estudo objetivou analisar a eficiência do *Agrotain Plus* como inibidor de nitrificação em solo do cerrado juntamente com a cama de aviário a fim de mitigar possíveis impactos ambientais desses resíduos.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na área experimental da Fazenda Fontes do Saber, Campos Universitário da UniRV - Universidade de Rio Verde, localizada nas seguintes coordenadas - $17^\circ 47' 03''$ de Latitude Sul e $-50^\circ 57' 55''$ de Longitude Oeste no município de Rio Verde, Goiás.

O experimento foi instalado em plataforma de apoio contendo um metro de altura por cinco centímetros de largura por seis metros de comprimento com 56 garrafas plásticas de dois litros, que, seguindo a metodologia apresentada por Araújo *et al.* (2006), serviram de câmara coletora de N-NH_3 (Figura 1).

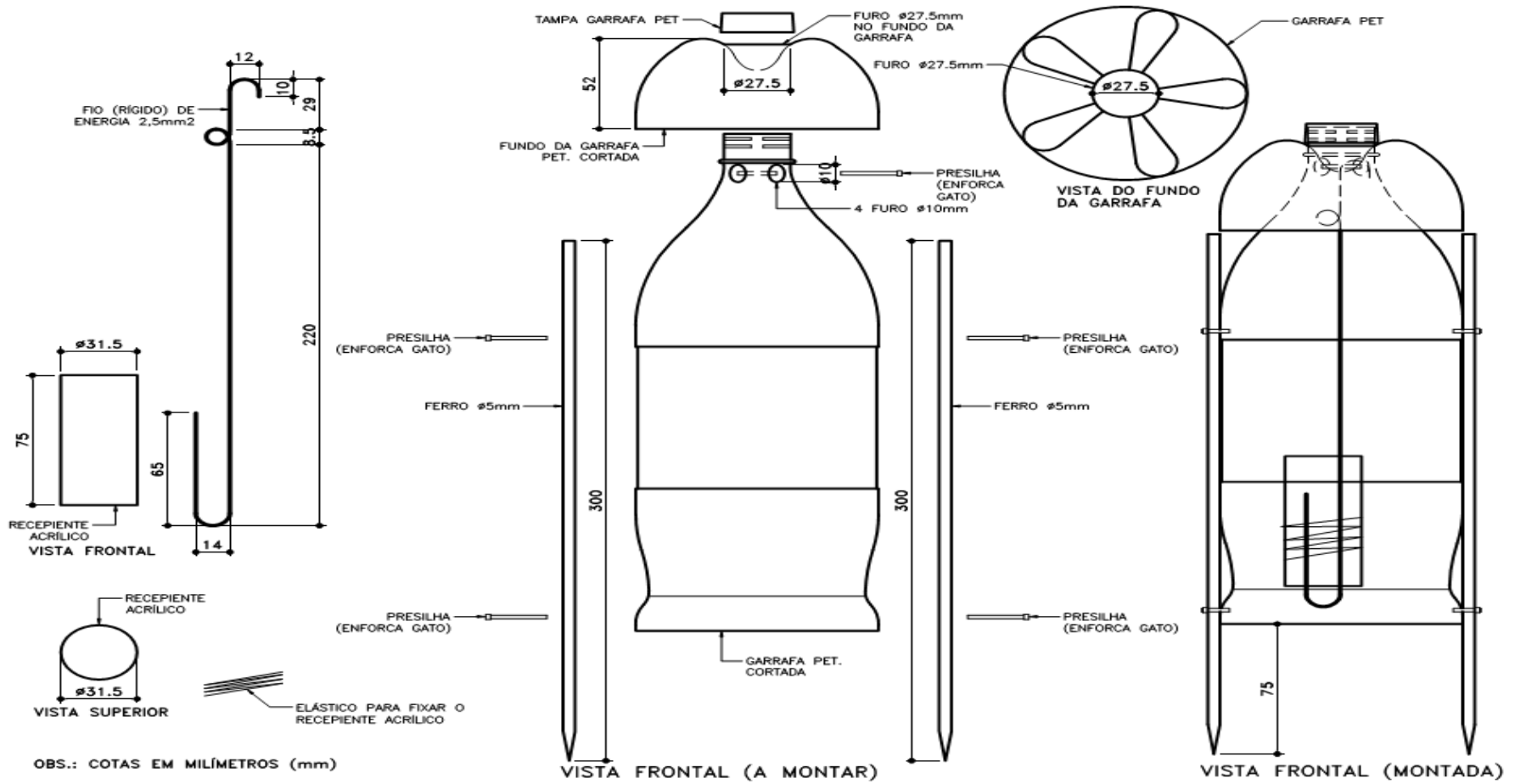


Figura 1. Esquema da câmara coletora de N-NH₃ semiaberta com garrafa pet (Adaptado de ARAÚJO *et al* 2006).

O sistema adotado foi o de câmara estática, tendo sido confeccionada através de frasco plástico transparente PET de 2 litros sem a base, o qual foi ocupado com um quilo de solo do cerrado latossolo vermelho distrófico, coletado na profundidade de 0 a 20 cm, e posteriormente foram adicionadas as doses de cama de frango (CF) cuja a composição encontra-se na tabela 1.

Tabela 1. Teores de macro e micronutrientes da cama de frango.

Macronutrientes						Condutividade elétrica
N	P	K	Ca	Mg	S	
-----g kg ⁻¹ -----						us cm-1
26,4	9,18	48,48	15,39	18,56	3,8	20,78
Micronutrientes						Umidade
B	Cu	Fe	Mn	Zn	C	
-----mg kg ⁻¹ -----					g dm ⁻³	%
13,3	890,9	3814,1	559	745	5,43	12,2

Foram acopladas ao fundo das garrafas contendo o solo mais 56 garrafas plásticas de 500 mililitros (Figura 2), que serviram de recipiente coletor do percolado. As características físicas do solo utilizado são apresentadas na Tabela 2.



Figura 2. Vasos com solo, câmara coletora de nitrogênio volatilizado e recipiente para a coleta do lixiviado.

Tabela 2. Teores de macro e micronutrientes do solo.

Solo		Macronutrientes							
LVD	pH	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	K	PMel	S
Prof									
0-20 cm	6,5	5,37	4,09	1,28	0,06	1,08	24	28,23	6,8
		Micronutrientes							
	B	Fe	Mn	Zn	Co	Na	Cu	M.Org	
0-20 cm	0,2	50,92	39,28	1,14	0,08	3,28	0,04	21,88	

Adotou-se o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com quatro repetições nas doses de 0, 5, 10, 20, 40, 80 e 160 t ha⁻¹ de cama de frango (CF) com e sem a adição do inibidor uréase, *Agrotain Plus* (AP) na quantidade de 14 kg ha⁻¹. Por meio da irrigação, foi aplicado o inibidor de uréase em cada um dos vasos na porção de 0,05 g que corresponde a 14 kg ha⁻¹ após receberem as respectivas doses de cama de frango.

Para a análise do N volatilizado foi inserido no centro do coletor uma espuma de polietileno de 25x2, 5x0, 5 cm, umedecida em 15 ml de solução de 2% de glicerina (C₃H₈O₃) e 5,5% de ácido sulfúrico (H₂SO₄) diluído em água destilada afim de reter o N-NH₃ volatilizado (ARAÚJO *et al.* 2006).

Para coletar o composto lixiviado, foi acoplada ao fundo de cada vaso uma garrafa PET de 500 mililitros que serviu de depósito do líquido percolado durante sete dias.

Após a instalação, iniciou-se o processo de irrigação do experimento, utilizou-se água do poço da Universidade de Rio Verde, cujas características estão expostas na Tabela 3. A irrigação foi realizada em intervalos de dois dias, com 100 ml de água por vaso, correspondendo a aproximadamente 5 mm diários.

Tabela 3. Características químicas da água do poço da Universidade de Rio Verde utilizada na irrigação.

Características Químicas	Concentração
pH	7,00
Condutividade Elétrica ($\mu\text{s cm}^{-1}$)	142,0
DQO (Mg L^{-1} de CaCO_3)	39
DBO5 (mg L^{-1} de O_2)	23,40
Nitrogênio Total (mg L^{-1} de N)	0,18
Nitrogênio Amoniacal (mg L^{-1} de NH_4)	0,04
Fósforo (mg L^{-1} de P)	0,83

O experimento foi instalado no dia 31/03 e as espumas foram trocadas e coletadas nos dias 07/04, 14/04, 21/04, tendo sido feita a última coleta no dia 28/04. Após cada coleta, as amostras foram identificadas e levadas ao refrigerador com temperatura média de 5°C até o momento da análise no laboratório de solos pertencente à Universidade de Rio Verde. Procedimento semelhante ocorreu com a coleta do percolado, após cada coleta, os recipientes eram retirados, lavados e recolocados, repetindo o processo de identificação e armazenamento.

Para quantificar do N-NH₃ captado nas espumas, foram adicionados 15 ml de água destilada nas amostras, agitando a 220 RPM por 15 minutos. Em seguida, foi pesado e anotado o valor da massa total dos potes, do qual se retirou uma alíquota de 10 ml. Para determinar o N volatilizado, levou-se ao destilador de nitrogênio utilizando o método semimicro Kjeldahl (SILVA, 2009).

Para determinar condutividade elétrica, pH e potássio, o líquido percolado foi filtrado utilizando o filtro azul 42. A condutividade elétrica do percolado foi determinada por o condutivímetro *Tec-4MP-Tecnal*, e para a determinação do pH foi utilizado o pHmetro *Bel Engineering*. E a análise de K foi realizada no Fotômetro de chama *DM-61 Digimed*.

Os dados referentes às características foram submetidos à análise estatística. Empregando a regressão por polinômios ortogonais para o fator dose de cama de frango, para os tipos de cama de frango com e sem *Agrotain Plus* o teste de comparação de média Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 3 apresentam-se os resumos das análises de variâncias, os valores das análises de volatilização, potencial hidrogeniônico, condutividade elétrica e potássio das quatro amostragens realizadas entre os dias 31/03 e 28/04 em função da aplicação e da dose. As aplicações de cama frango com adição de inibidor Agrotain Plus (AP) não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 4).

Tabela 4. Análise de variância dos valores de volatilização, potencial hidrogeniônico, condutividade elétrica e potássio.

		Quadrado Médio				
		Volatilização				
FV	GL	1 sem	2 sem	3 sem	4 sem	Total
Dose	6	97,61**	7,39**	27,62**	0,21 ^{ns}	313,72**
Tratamento	1	4,91 ^{ns}	0,23 ^{ns}	1,28 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,04 ^{ns}
CV (%)		32,96	32,85	26,29	94,44	19,15
		Potencial Hidrogeniônico				
		1 sem	2 sem	3 sem	4 sem	Média
Dose	6	0,94**	0,383**	0,923**	0,13**	0,13**
Tratamento	1	0,94 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,054 ^{ns}
CV (%)		7,18	2,77	4,34	2,86	2,26
		Condutividade Elétrica				
		1 sem	2 sem	3 sem	4 sem	Média
Dose	6	62,64**	53,66**	17,58**	5,69**	29,71**
Tratamento	1	46,97 ^{ns}	549,85 ^{ns}	17,85 ^{ns}	375,87 ^{ns}	181,67 ^{ns}
CV (%)		19,39	18,46	19,39	35,3	11,39
		Potássio				
		1 sem	2 sem	3 sem	4 sem	Média
Dose	6	4,52**	4,84**	301,36**	191,99**	1,74**
Tratamento	1	12,47 ^{ns}	1,16 ^{ns}	9,94 ^{ns}	3,16 ^{ns}	142,75 ^{ns}
CV (%)		26,12	23,51	32,41	19,91	16,2

**,* Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, (ns) não significativo pelo teste F.

Em trabalho realizado por Scivittaro et al. (2008) observaram-se coeficientes de variações (CV) não maiores do que 15%, já em trabalho realizado por Cotin (2007), a maior CV foi de 25%. Na presente pesquisa, encontraram-se CV mais elevados com valores de até 94,44%. E nas amostragens de volatilização do N, observou-se que apenas a última semana não apresentou diferenças significativas para as doses.

Já para os tipos de aplicações, sendo eles, cama frango (CF) com adição de inibidor *Agrotain Plus* (AP) e apenas cama de frango, observou-se que em nenhuma das amostragens ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos, já em trabalho realizado por Neves (2015), encontrou-se diferenças significativas entre os tratamentos nos períodos que variaram de 10 a 20 dias, onde o AP foi eficiente na redução da volatilização do N, entretanto, na soma total dos dias do seu experimento (0 a 50 dias) não foram observadas diferenças significativas.

A figura 4 apresenta os valores de volatilização das quatro semanas de amostragens, em que se observou aumento da volatilização conforme o aumento das doses de cama de frango, atingindo 19,41 kg nas doses de 160 t.ha⁻¹ durante o período estudado. Apenas na quarta amostragem não foram observadas diferenças entre as doses.

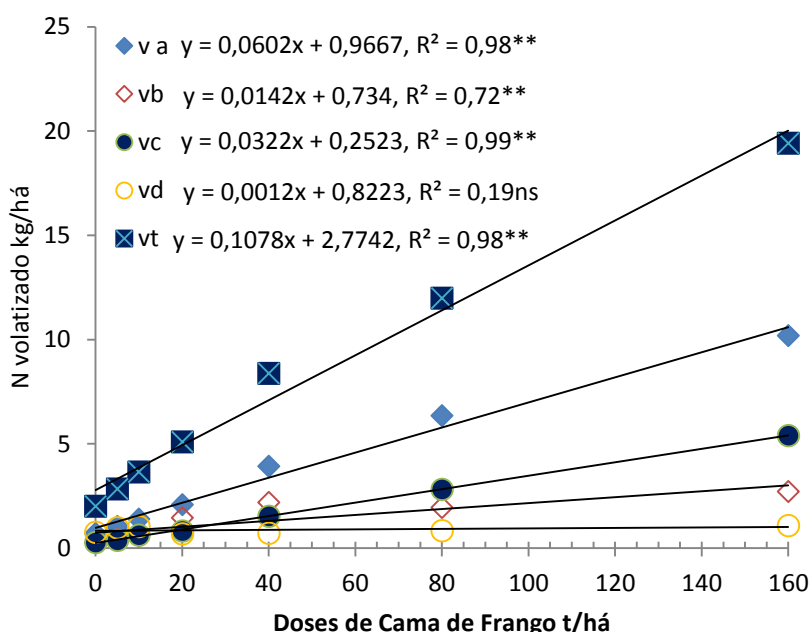


Figura 4. Valores das volatilizações das quatro semanas e a somatória de ambas representadas por vt, onde, va, vb, vc e vd, sendo as 1^a, 2^a, 3^a e 4^a semanas, respectivamente.

As temperaturas registradas durante o experimento variaram de 9 °C a 35 °C, conforme é apresentado na Figura 3, no dia 28 de abril pode-se relacioná-la com as quedas dos valores de volatilização registrados nessa semana. Lourenço (2013) afirma que as diversas condições climáticas afetam a volatilização da amônia, tal como a temperatura, a qual também atinge as atividades da uréase, pois se trata de uma enzima extracelular,

provocando uma grande variação na taxa de hidrólise em diferentes tipos de solos e condições climáticas.

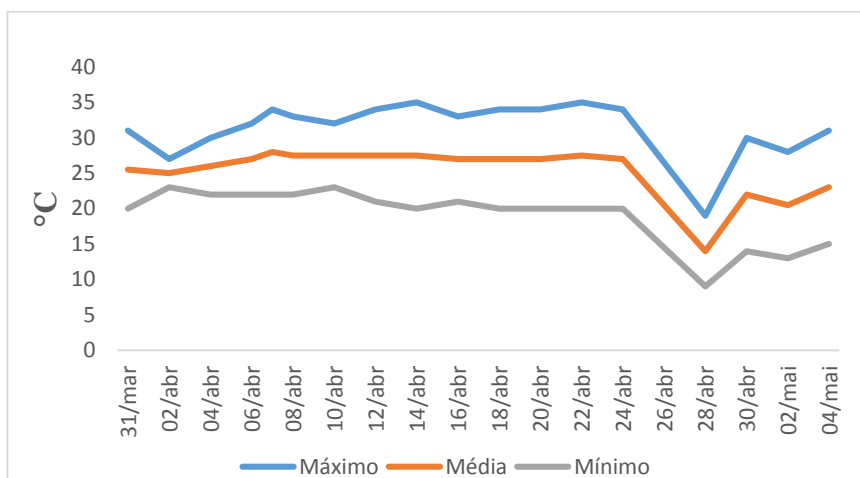


Figura 3. Temperatura máxima, mínima e média durante o experimento.

Em estudo, Yu *et al.* (2013) observaram que a taxa de volatilização do nitrogênio aumentou com progressão do nível de aplicação de fertilizantes nitrogenados em cultivares de arroz. Em comparação com outras etapas, a taxa e o montante acumulados de volatilização de amônia foram maiores após a aplicação de fertilizantes bases.

As leituras do pH do material percolado mostraram diferenças significativas apenas para as doses de cama de frango nas quatro amostragens. O pH do solo tem sido identificado como um dos principais fatores que influenciam volatilização de NH₃ durante a compostagem de resíduos orgânicos (PAGANS *et al.* 2006).

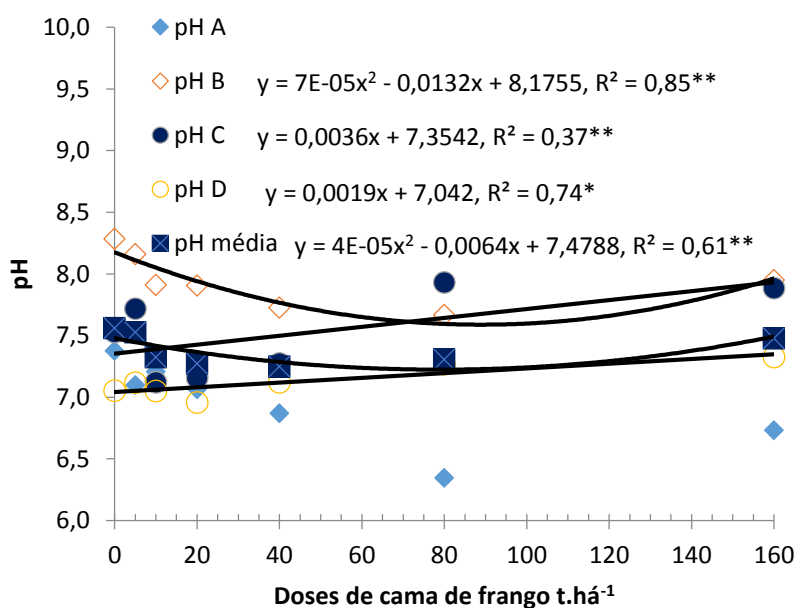


Figura 5. Valores de pH das quatro semanas e a somatória de ambas representadas por pH média, onde, pH A, pH B, pH C e pH D, equivale as 1ª, 2ª, 3ª e 4ª semanas, respectivamente.

Um dos principais fatores que contribui para o aumento de NH_3 volatilizado com o aumento das doses pode ser o aumento do pH do solo, que apresenta uma resposta com o aumento da taxa de aplicação da cama de frango (Figura 5). O pH do solo tem um grande efeito sobre emissões de NH_3 (SOMMER *et al.* 2003 e MATSUNAKA *et al.* 2008). Em uma solução pura a 25°C e pH 7,2, cerca de 1% do total de N amoniacal está na forma de NH_3 , e para cada unidade de pH, a proporção é aumentada dez vezes. Em solos, a presença de outros componentes e a capacidade de tamponamento do meio altere as constantes de equilíbrio (SOMMER *et al.* 2003 e SØGAARD *et al.* 2002) e perda substancial pode ocorrer a valores de pH ligeiramente superior a 7.

A figura 6 demonstra que os valores de condutividade elétrica foram influenciados tanto pelas doses, em que quanto maior a dose, maior foi a CE apresentada, como também pelas semanas, conforme o aumento do tempo de lixiviação diminui a condutividade elétrica.

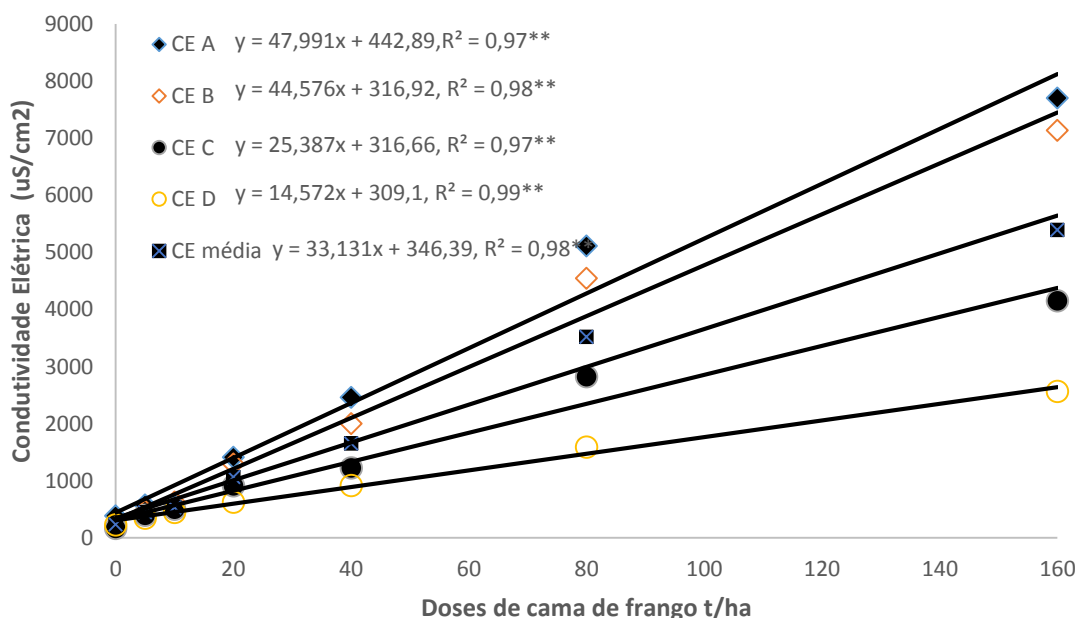


Figura 6. Valores da Condutividade Elétrica (CE) das quatro semanas e a média de ambas representadas por CE média, onde, CE A, CE B, CE C e CE D, sendo as 1ª, 2ª, 3ª e 4ª semanas, respectivamente.

Piovesan (2006) encontrou resultados em sua pesquisa onde os valores de Condutividade Elétrica (CE) apresentam aumento gradual, do menor para o maior, em relação a aplicação do esterco, onde ficou evidenciado que a CE foi influenciada pelo nitrogênio. Nesta pesquisa, observou-se que os índices de CE sofreram quedas sucessivas desde a primeira amostragem até a última, de acordo como diminuía-se a quantidade de nitrogênio disponível nas doses, o que pode ser observado na figura 6.

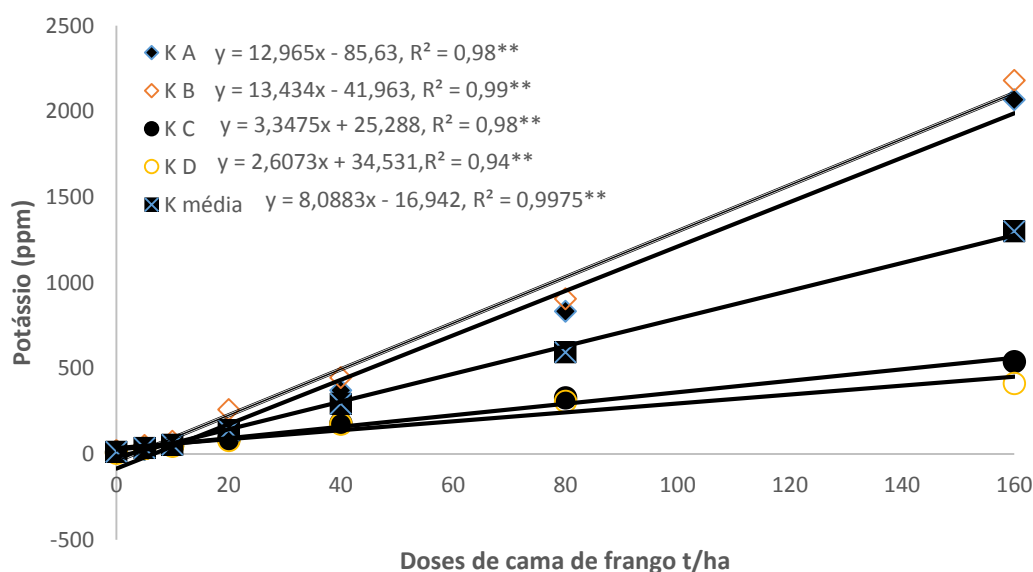


Figura 7. Valores de Potássio (K) das quatro semanas, e a média de ambas representadas por K média, onde, K A, K B, K C e K D, sendo as 1ª, 2ª, 3ª e 4ª semanas, respectivamente.

. Na figura 7, é possível observar que o maior tempo de exposição promoveu menor concentração de K. Entretanto, a maior aplicação de cama de frango promoveu diferença significativa nos teores de potássio.

Piovesan (2006) demonstrou em sua pesquisa que quanto maiores as doses, maiores seriam as perdas de Potássio (K), o que também foi observado por Cabral *et al.* (2011), onde os teores de potássio no solo diminuiram conforme ocorreu irrigação. Indo de encontro com o que foi encontrado nesta pesquisa.

CONCLUSÕES

O inibidor de uréase *Agrotain Plus* não proporcionou redução na quantidade de nitrogênio volatilizado nas condições estudadas, a aplicação de cama de frango promove alteração no pH do percolado, elevou a condutividade elétrica e os níveis de potássio.

REFERÊNCIAS

AGENCIA BRASIL. *Líder mundial, Brasil vende carne de frango para 150 países*. 2015. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2015-09/lider-mundial-brasil-vende-carne-de-frango-para-150-paises>. Acesso em: 15 de março de 2016.

AITA, C.; BALEM, A.; PUJOL, S. B.; SCHIRMANN, J.; GONZATTO, R.; GIACOMINI, D. A.; VARGAS, P. V.; GISCOMINI, S., J. *Redução na velocidade de nitrificação no solo após aplicação de cama de aviário com dicianodiamida*. *Ciência Rural, Santa Maria*, v.43, n.8, p.1387-1392, ago, 2013.

ARAÚJO, E. S.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R. *Câmara coletora para quantificação do N-NH₃ volatilizado do solo*. Seropédica: *Embrapa Agrobiologia*, (Embrapa Agrobiologia. Comunicado técnico, 87). p. 4. 2006.

CABRAL, J. R.; DE FREITAS, P. S. L.; REZENDE, R.; MUNIZ, A. S.; BERTONHA, A. *Impacto da água residuária de suinocultura no solo e na produção de capim-elefante*. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.8, p.823–831, 2011.

COTIN, T. L. M. *Ureia tratada com inibidor da uréase NBPT na adubação de cana de açúcar colhida sem despalha a fogo*. 2007. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agrônomo de Campinas, 2007.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: 45a Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria. São Carlos: UFSCar, Julho de 2000 p.255-258.

LOURENÇO, K. S. *Reações do nitrogênio no solo decorrentes da aplicação de fertilizantes orgânicos e minerais*. 2013. 92f. Dissertação (Mestrado em Manejo do Solo) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2013

MARTINELLI, L. A. *Os caminhos do nitrogênio – Do fertilizante ao poluente*. 2007. Conferência N2007 – Informações Agrônomicas Nº 118 – Junho, 2007.

MATSUNAKA, T.; SENTOKU, A.; MORI, K.; SATOH, S. *Ammonia volatilization factors following the surface application of dairy cattle slurry to grassland in Japan: results from pot and field experiments*. *Soil Science Plant Nutrition*. v. 54, p.627–637. 2008.

MOTTIN, M, C.; RICHART, A.; SEIDEL, E, P.; ALVES, A, L.; SOSTISSO, H. *Interferência do manejo da cama de aviário na liberação de nitrogênio para o solo*. *Journal of Agronomic Sciences*, Umuarama, v.4, n.2, p.158-171, 2015.

MUELLER, S.; WAMSER, A. F.; SUZUKI, A.; BECKER, W. F. *Produtividade de tomate sob adubação orgânica e complementação com adubos minerais*. *Horticultura Brasileira*, v.31, n.1, p.86-92, 2013.

NEVES, L, A. *Uso da cama de frango e inibidor uréase na cultura do eucalipto em solos do cerrado*. Dissertação (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade de Rio Verde, 2015.

PAGANS, E.; BARRENA, R.; FONT, X.; SANCHEZ, A. *Ammonia emissions from the composting of different organic wastes. Dependency on process temperature*. *Chemosphere*, v. 62, p. 1534-1542, 2006.

PIOVESAN, R. P. *Perdas de nutrientes via subsuperfície em colunas de solo sob adubação mineral e orgânica*. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) – Universidade Federal do Paraná, 2006.

YU, Q. G.; JING, Y. E.; YANG, S. N.; FU, J. R.; SUN, W. C.; JIANG, L. N.; QIANG, W. A. N. G. *Effects of nitrogen application level on rice nutrient uptake and ammonia volatilization*. *Rice Science*, v. 20, n.2, p.139-147.2013.

SCIVITTARO, W. B.; GONÇALVES, D. R. N.; BRAUN, J. R. N.; DO VALE, M. L. C. *Uso do inibidor tiofosfato de N-n-butiltriamida em cultivo de arroz irrigado*. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, nº 72, Embrapa, 2008.

SILVA, F. C. *Manual de análise química de solos, plantas e fertilizantes*. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, p. 627. 2009.

SØGAARD, H. T.; SOMMER, S. G.; HUTCHINGS, N. J.; HUIJSMANS, J. F. M.; BUSSINK, D. W.; NICHOLSON, F. *Ammonia volatilization from field-applied animal slurry – the ALFAM model*. *Atmospheric Environment*. v. 36, p. 3309–3319. 2002.

SOMMER, S. G.; GÉNERMONT, 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*. v 19, p. 465–486.2003.