

**FERNANDO MULLER**

**VOLATILIZAÇÃO DE AMÔNIA COM O USO DE DEJETOS DE SUÍNOS COM  
PH MODIFICADO**

**CASCADEL  
PARANÁ - BRASIL  
MARÇO - 2018**

**FERNANDO MULLER**

**VOLATILIZAÇÃO DE AMÔNIA COM O USO DE DEJETOS DE SUÍNOS COM  
PH MODIFICADO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dr. Luiz Antônio Zanão Júnior  
Coorientador: Dr. Reginaldo Ferreira Santos

**CASCADEL  
PARANÁ - BRASIL  
MARÇO - 2018**

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Muller, Fernando

Volatilização de amônia com o uso de dejetos de suínos com pH modificado / Fernando Muller; orientador(a), Luiz Antônio Zanão Junior; coorientador(a), Reginaldo Ferreira Santos, 2018.

37 f.

Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Cascavel, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, 2018.

1. Adubação Orgânica. 2. Dejetos de Animais. 3. Nitrogênio. I. Zanão Junior, Luiz Antônio . II. Santos, Reginaldo Ferreira. III. Título.

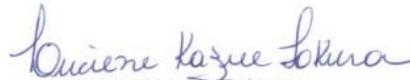
FERNANDO MULLER

**“VOLATILIZAÇÃO DE AMÔNIA COM USO DE DEJETOS  
DE SUÍNOS COM PH MODIFICADO”**

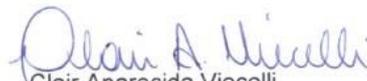
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Energia na Agricultura, área de concentração Agroenergia, linha de pesquisa Biomassa e Culturas Energéticas, APROVADO(A) pela seguinte banca examinadora:

  
Orientador(a) - Luiz Antonio Zanão Júnior

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)

  
Luciene Kazue Tokura

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Toledo (UNIOESTE)

  
Clair Aparecida Viacelli

Pontifícia Universidade Católica do Paraná - Toledo (PUCPR)

Cascavel, 27 de março de 2018

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela oportunidade e força de seguir e concluir esse projeto na minha vida.

Ao professor e orientador Luiz Antônio Zanão Júnior, que me conduziu nessa caminhada, compartilhando todo seu conhecimento para o meu crescimento técnico e pessoal.

Aos meus pais Sr. Sérgio e Sra. Marineis, que sempre me apoiaram e incentivaram a conquistar novos conhecimentos.

Ao IAPAR, pela disponibilização do espaço e dos materiais necessários para o desenvolvimento da pesquisa.

A Edna Aparecida de Andrade, Luiz Carlos de Oliveira e Rafael Bissolli Pescador, da Estação Experimental do IAPAR de Santa Tereza do Oeste, pelos conhecimentos e gentileza no auxílio na condução dos experimentos.

A todos os professores do PPGEA, que de uma forma ou outra elevaram o meu potencial de aprendizado.

Ao meu amigo de longos anos Lucas da Silveira, por me apoiar e ajudar sempre quando necessário, principalmente quando tomamos a iniciativa de encarar e cursar o mestrado.

E por fim, agradeço a UNIOESTE e ao PPGEA por abrirem as portas para um novo conhecimento.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Diagrama do sistema coletor de amônia (Fonte: MARSOLA; MIYAZAWA, 1999).....26
- Figura 2.** Volatilização acumulada de amônia ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de cada tratamento, em função do pH do dejetos, durante o período de avaliação..... 30
- Figura 3.** Porcentagem de perda de amônia por volatilização após 26 dias da aplicação dos dejetos suínos com diferentes pHs.....31

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Análise química inicial do solo, em três profundidades, da área experimental. Instituto Agronômico do Paraná, Santa Tereza do Oeste, PR.....9
- Tabela 2.** Descrição dos tratamentos avaliados no experimento e respectivas quantidades de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O fornecidas.....9
- Tabela 3.** Altura de plantas, hastes verdes, massa de cem grãos e produtividade de grãos de soja em função da adubação com dejetos líquidos de suínos, mineral (300 kg ha<sup>-1</sup> de formulado NPK 04-20-10 e testemunha (sem adubação).....12
- Tabela 4.** Análise química e física do solo utilizado nos experimentos.....24
- Tabela 5.** Volatilização da amônia em dez coletas (dias após a aplicação - DAA) realizadas, em função da alteração do pH do dejetos líquidos de suínos aplicado.....27

MULLER, Fernando. Me. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Março de 2018. **Volatilização de amônia com uso de dejetos de suínos com pH modificado.** Orientador: Dr. Luiz Antônio Zanão Júnior; Coorientador: Dr. Reginaldo Ferreira Santos.

## RESUMO

No oeste do Paraná a produção de suínos em sistema de confinamento é de grande escala, resultando em alta produção de dejetos, com grande potencial para poluição ambiental se não tratados de forma correta. A utilização desses dejetos como biofertilizante pode ser uma alternativa interessante para o setor agrícola pelo fornecimento de nutrientes às plantas, principalmente o nitrogênio. Além do mais, a aplicação do biofertilizante pode melhorar a fertilidade do solo pelo incremento da matéria orgânica. Entretanto, após a aplicação de nitrogênio no solo podem ocorrer perdas gasosas desse nutriente, principalmente sob a forma de amônia. Esse processo é denominado volatilização e pode ser intensificado por diferentes fatores. Assim, o trabalho teve por objetivo avaliar a adubação da soja com dejetos líquidos de suínos e a perda de nitrogênio por volatilização após a aplicação dos dejetos com diferentes pHs. O trabalho foi conduzido em dois experimentos. O primeiro foi conduzido na safra 2015/2016 em sistema de plantio direto com a cultura da soja. No dia da semeadura foram aplicados os tratamentos compostos por três doses de dejetos líquidos de suínos (48; 96 e 144 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), mais os tratamentos adicionais, que foram a testemunha (sem adubação) e um tratamento com adubação mineral (300 kg ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 04-20-10). Foram analisados a produtividade de grãos, hastes verdes, alturas de plantas e massa de cem grãos. O segundo trabalho foi conduzido em casa de vegetação durante o período de outubro a dezembro de 2017. Foi avaliada a volatilização da amônia em função dos pHs ajustados do dejetos líquidos de suínos, sendo 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 e 7,4 (natural do dejetos). Além disso, foram avaliados dois tratamentos adicionais: dejetos naturais + gesso agrícola e a testemunha (sem aplicação de dejetos). Para captação da amônia volatilizada foram utilizados coletores do tipo Sale, com câmara semiaberta livre estática. Foram analisados o fluxo de volatilização; volatilização acumulada e porcentagem de perda de amônia. A adubação mineral da cultura da soja pode ser substituída pela adubação com dejetos líquidos de suínos, principalmente em solos de fertilidade alta. A adubação com 48 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de dejetos líquidos de suínos foi capaz de suprir a necessidade nutricional da cultura da soja conforme a produtividade obtida. A aplicação do dejetos líquidos de suínos com pH natural (7,4) proporcionou altas perdas de amônia, em torno de 46 %. Com a acidificação dos dejetos ajustando-se o pH em torno de 3 a 5 houve redução para 5 % de perda de nitrogênio por volatilização.

**Palavras-chave:** Nitrogênio, perda de nutrientes, resíduos de animais.

MULLER, Fernando. Me. Western Paraná State University, March 2018. **Ammonia volatilization using swine manure with modified pH**. Adviser: Dr. Luiz Antônio Zanão Júnior. Co-adviser: Dr. Reginaldo Ferreira Santos.

### **ABSTRACT**

In western Paraná the production of pigs in feedlot system is in a large scale, resulting in a wide production of manure with a high power of environmental pollution if not treated correctly. The use of this manure as biofertilizers may be an interesting alternative for the agricultural sector by providing nutrients to plants, especially nitrogen. In addition, the biofertilizer can improve soil fertility by increasing its organic matter. However, after the application of nitrogen to the soil, gaseous losses of this nutrient may occur, denominated ammonia volatilization, which can be intensified by different factors. Thus, the objective of this work was to evaluate the fertilization of soybean with liquid swine manure and the loss of nitrogen by volatilization after the application of it with different pHs. The work was conducted in two experiments. The first one was conducted in the 2015/2016 under no-tillage system with soybean crop. On the day of sowing, the treatments were composed of three doses of liquid swine manure (48; 96 and 144 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), plus additional treatments, which were the control (without fertilization) and a treatment with mineral fertilization (300 kg ha<sup>-1</sup> of NPK formulation 04-30-10). The productivity of grains, green stems, heights of plants and one hundred grain mass were analyzed. The second work was conducted in a greenhouse during the period from October to December 2017. The ammonia volatilization was evaluated according to the adjusted pH of the liquid swine manure, being 3.0; 4.0; 5.0; 6.0 and 7.4 (natural manure). Further, two additional treatments were evaluated: natural manure + agricultural gypsum and the control (without application of manure). In order to capture the volatilized ammonia, Sale type collectors were used, with a static free semi-open chamber. The volatilization flow, accumulated volatilization and percentage of ammonia loss were analyzed. The mineral fertilization of soybean crop can be replaced by fertilization with liquid swine manure, mainly in high fertility soils. The fertilization with 48 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> was able to supply the nutritional need of the soybean crop according to the productivity obtained. The application of liquid swine manure with natural pH (7,4) provided high losses of ammonia, around 46 % higher. With the acidification of the manure by adjusting the pH around 3 to 5, a great reduction to 5 % of loss of nitrogen by volatilization was observed.

**Key words:** Nitrogen, loss of nutrients, animal manure.

## ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS .....	vi
LISTA DE TABELAS .....	vii
RESUMO.....	viii
ABSTRACT .....	ix
1. INTRODUÇÃO GERAL .....	1
<b>2. CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>5</b>
2.2. MATERIAL E MÉTODOS .....	8
2.2.1. Localização do experimento .....	8
2.2.2. Implantação e manejo .....	8
2.2.3. Solo .....	8
2.2.4. Tratamentos e delineamento experimental .....	9
2.2.5. Aplicação dos tratamentos .....	10
2.2.6. Avaliações .....	10
2.2.7. Análise estatística.....	11
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
2.4. CONCLUSÃO.....	15
2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	16
<b>3. CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>21</b>
3.2. MATERIAL E MÉTODOS .....	24
3.2.1. Local.....	24
3.2.2. Tratamentos e Delineamento Experimental .....	24
3.2.3. Solo .....	24
3.2.4. Aplicação do dejetto líquido de suínos .....	24
3.2.5. Unidade experimental.....	25
3.2.6. Avaliação da volatilização da amônia.....	25
3.2.7. Análise Estatística .....	26
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
3.4. CONCLUSÃO.....	32
3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	33
4. CONCLUSÃO GERAL.....	37

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Atualmente, existe uma grande demanda por produtos agrícolas para suprir a necessidade da população, que com os passar dos anos vem aumentando. Assim, a necessidade de buscar maiores produtividades é essencial para o abastecimento global.

A produtividade das plantas está ligada a vários fatores, como adubação, manejo de pragas e doenças, qualidade de sementeira, controle de plantas invasoras e principalmente fatores climáticos.

No Brasil o custo de implantação das culturas aumenta cada vez mais, diminuindo a rentabilidade das lavouras. Dentre os custos, a adubação mineral é um dos principais responsáveis por esse aumento significativo nos últimos anos.

A adubação nitrogenada é de extrema importância para a produtividade das culturas, pois o nitrogênio é o nutriente mais absorvido pelas plantas. No entanto, grande parte da adubação nitrogenada, se não for bem empregada, pode ter sua eficiência reduzida por causa das perdas. As perdas de nitrogênio podem ocorrer por volatilização e por lixiviação, que por sua vez, podem acarretar problemas ambientais. Assim, a busca por mecanismos ou métodos que possam minimizar essas perdas é importante para o setor agrícola.

No Brasil ou mais especificamente na região do sul do país, concentra-se grande produção de suínos, que normalmente são criados em sistema de confinamento, onde acabam acumulando grandes concentrações de dejetos desses animais na forma líquida. Esses efluentes possuem alta carga orgânica e de nutrientes, principalmente nitrogênio, que se não manuseados adequadamente podem causar contaminação ambiental.

Assim, uma das formas de aproveitamento desses dejetos como biofertilizante rico em nitrogênio e fósforo. Em outras palavras, é uma biomassa de interesse agrônomo, que apresenta alta disponibilidade em diversas regiões brasileiras, baixo custo e que os nutrientes de sua composição podem ser absorvidos pelas plantas cultivadas.

Entretanto a aplicação de dejetos líquidos de suínos em solos pode ocasionar perdas de nitrogênio pela volatilização de amônia ( $\text{NH}_3$ ) para a atmosfera, resultando na perda de eficiência da adubação desejada.

Essa perda do nutriente pode ser ocasionada por diferentes fatores ou condições, desta forma, não sendo possível diagnosticar o principal influenciador. No entanto, pode-se relatar que as características do dejetos contribuem para a volatilização da amônia, principalmente o pH.

O pH está diretamente relacionado às reações químicas, que podem acabar interferindo na disponibilidade de nutrientes às plantas. A busca por tecnologias que possam minimizar essas perdas são de grande importância para o setor agrícola. Assim, esse trabalho tem por finalidade avaliar a adubação da soja com dejetos líquidos de suínos e a perda de nitrogênio por volatilização após aplicação dos dejetos com diferentes pHs.

## 2. CAPITULO 1

### DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS NA ADUBAÇÃO DA CULTURA DA SOJA

#### RESUMO

A soja é umas das culturas mais difundidas no mundo inteiro, na qual no Brasil apresenta um grande potencial econômico. No entanto é extremamente exigente em nutrição para altas produtividades. A criação de suínos em sistema de confinamento gera grandes quantidades de dejetos que podem ser aproveitadas na adubação de plantas por conter nutrientes importantes para o seu desenvolvimento. Desta forma, o trabalho tem por objetivo comparar a adubação química com a orgânica, proveniente de dejetos de suínos em diferentes doses na cultura da soja. O trabalho foi conduzido na safra 2015/2016 em sistema de plantio direto. No dia da semeadura foram aplicados os tratamentos compostos por três doses de dejetos líquidos de suínos (48; 96 e 144 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), além dos tratamentos adicionais, que foram a testemunha (sem adubação) e um tratamento com adubação mineral (300 kg ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 04-20-10). Foram analisados a produtividade de grãos, hastes verdes, alturas de plantas e massa de cem grãos. A adubação mineral da cultura da soja pode ser substituída pela adubação com dejetos líquidos de suínos, principalmente em solos de fertilidade alta. A adubação com 48 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> foi capaz de suprir a necessidade nutricional da cultura da soja conforme a produtividade obtida.

**PALAVRAS-CHAVE:** Nutrição de plantas, adubação orgânica, fertilizantes.

### LIQUID SWINE MANURE IN FERTILIZATION OF SOYBEAN CULTURE

#### ABSTRACT

Soybean is one of the most widespread crops in the world, which in Brazil has great economic potential. However, it is extremely demanding in nutrition for high productivities. Breeding swine in feedlot system generates a wide load of manure that can be used in the fertilization of plants due to large amounts of important nutrients for their development. In this way, the work was aimed in to compare the mineral fertilization with the organic fertilization from swine manure at different doses in soybean. The work was conducted in the 2015/2016 in a no-tillage system with the

soybean crop. On the day of sowing, were applied: three doses of liquid swine manure (48; 96 and 144 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), then the additional treatments, which was one with no fertilization and a treatment with mineral fertilization (300 kg ha<sup>-1</sup> of formulated NPK 04-30-10). The productivity of grains, greens stems, heights of plants and one hundred grains mass were evaluated. The mineral fertilization of soybean crop can be replaced by fertilization with liquid swine manure, mainly in high fertility soils. The fertilization with 48 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> was able to supply the nutritional need of the soybean crop according to the productivity obtained.

**KEY WORDS:** Plant nutrition, organic fertilization, fertilizers.

## 2.1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*) é um dos alimentos consumidos em maior quantidade de forma direta ou indireta. No Brasil é uma cultura de grande expressão econômica. Seus grãos são ricos em proteínas e a sua viabilidade econômica é devida a sua capacidade de fazer simbiose, ou seja, fixar o nitrogênio atmosférico para a sua nutrição, com auxílio da bactéria *Bradyrhizobium japonicum* (VARGAS et al., 1994).

Segundo Peske, Baudet e Peske (2009) a soja é cultura mais cultivada no país, tornando-se grande responsável pelo desempenho econômico brasileiro. No entanto, sua produtividade pode variar conforme o ano e às diferentes regiões brasileiras, destacando-se fatores como clima, deficiência hídrica, doenças, pragas, fertilidade do solo e práticas de manejo.

Nos últimos anos a alto rendimento da soja se tornou necessário para suprir as necessidades do mercado e principalmente cobrir os altos custos de implantação e condução da lavoura, aos quais todos os produtores estão sujeitos. Entretanto, o aumento gradual de produtividade que vem se alcançando está ligado a uma interação de fatores, como clima, planta, solo, manejo, pragas e doenças (AMADO; SCHLEINDWEIN; FIORIN, 2010).

A soja é extremamente exigente em nutrição para altas produtividades. O nitrogênio é o nutriente extraído em maior quantidade pela cultura (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2001). Para Costa (2002), a baixa fertilidade de alguns solos brasileiros faz com que ocorra uma grande demanda por fertilizantes para a produção da soja.

Veiga et al. (2010) relatam que para o adequado desenvolvimento da soja é necessário o fornecimento correto dos nutrientes. Dentre os mais absorvidos estão o nitrogênio (N), potássio (K) e fósforo (P).

Os fertilizantes minerais vêm provocando aumentos significativos no custo da produção agrícola. Além disso, seu uso abusivo favorece a contaminação ambiental (MELO; SILVA; DIAS, 2008). E com a necessidade e busca de altas produtividades, torna-se cada vez maior a busca por técnicas para utilização mais eficiente de recursos para aumentar a produtividade e evitar a contaminação ambiental (ALMEIDA; SANCHES, 2012).

Economicamente, a criação de suínos na região oeste do Paraná é muito importante pois ela retém grande parte do plantel de animais existente no estado

(MONDARDO et al., 2011). No entanto a região é representada por pequenas propriedades, nas quais os produtores agrícolas visam diversificar para aumentar a rentabilidade, assim prevalecendo a produção de grãos (soja, milho e trigo) e de animais (frangos e suínos) em sistema de confinamento.

Tais características fazem com que a região apresente uma grande disponibilidade de resíduos orgânicos, que normalmente são usadas para adubações de lavouras (SILVA et al., 2009).

Segundo Assmann, Ferreira e Rostagno (2007) a atividade suinícola no sistema de confinamento gera grandes quantidades de resíduos orgânicos, com alto potencial poluidor. No entanto, quando esses resíduos gerados pela atividade são passados por um sistema de tratamento e usados de forma racional acabam se tornando uma fonte de nutrientes para as plantas.

Desta forma as propriedades devem ser avaliadas como sistema integrado entre a produção de carne e a adubação de lavouras com dejetos dos animais, visando a rentabilidade no complexo inteiro (GIACOMINI, 2005).

Diesel, Miranda e Perdomo (2002) afirmam que os dejetos líquidos de suínos são ricos em nutrientes, apresentando nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, manganês, ferro, zinco, cobre, dentre outros. No entanto, Perdomo e Lima (1998) afirmam que apresentam pouca quantidade de matéria orgânica. A qualidade nutricional dos dejetos é influenciada por diferentes fatores, como sistema de criação, manejo, alimentação e idade dos animais.

Konzen, Menezes e Alvarenga (2002) também afirmam que os dejetos de suínos contribuem com nutrientes para o melhor crescimento e uniformidade das plantas, além de melhorarem a estrutura de solo e conseqüentemente a produtividade das culturas.

O excesso de aplicação de dejetos líquidos de suínos em lavouras pode ocasionar danos econômicos à produção agrícola, além de provocar danos ambientais. Entretanto, quando utilizada na dose adequada pode se tornar uma alternativa econômica na propriedade, devido à redução na utilização dos fertilizantes minerais (KRAJESKI; POVALUK, 2014).

Desta forma, devem ser feitos estudos para avaliação da substituição do adubo mineral pelos dejetos de suínos. Também é necessária a determinação da quantidade da aplicação desses dejetos nas diferentes culturas de interesse

agronômico. Assim, o presente trabalho teve por objetivo comparar a adubação mineral com a aplicação de doses de dejetos líquidos de suínos na cultura da soja.

## 2.2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.2.1. Localização do experimento

O trabalho foi desenvolvido na Estação Experimental do Instituto Agronômico do Paraná, no município de Santa Tereza do Oeste - PR, entre as coordenadas 25° 04' 57,22" de latitude sul e 53° 35' 03,33" de longitude oeste e altitude média de 757 m.

### 2.2.2. Implantação e manejo

A pesquisa foi conduzida na safra 2015/2016, em sistema de plantio direto, com a cultura da soja.

Antes da execução do trabalho, a área se encontrava em cultivo de plantas de cobertura de solos (consorciação de aveia preta, tremoço branco e nabo forrageiro). Posteriormente, aos 30 dias antes da semeadura, foi realizada dessecação das plantas de cobertura com o herbicida glifosato 480 g L<sup>-1</sup> (1,44 kg ha<sup>-1</sup> de i.a.), adicionando-se o adjuvante éster metílico de óleo de soja 720 g L<sup>-1</sup> (360 g ha<sup>-1</sup> de i.a.).

A cultivar de soja utilizada foi a NA 5909 RG, de ciclo precoce e hábito de crescimento indeterminado e bastante difundida na região oeste do Paraná. A população utilizada foi cerca de 320.000 plantas ha<sup>-1</sup>. A semeadura foi realizada de forma mecanizada, com uma semeadora comercial de nove linhas espaçadas em 45 cm.

Os tratos culturais foram efetuados normalmente conforme as recomendações técnicas para a cultura.

### 2.2.3. Solo

O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico, de textura muito argilosa. Antes da implantação foram retiradas amostras de solo na área experimental, nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30 cm e os resultados se encontram na Tabela 1.

**Tabela 1.** Análise química inicial do solo, em três profundidades, da área experimental. Instituto Agronômico do Paraná, Santa Tereza do Oeste, PR.

Prof. cm	pH CaCl <sub>2</sub>	C g dm <sup>-3</sup>	P -- mg dm <sup>-3</sup> ---	K	Ca	Mg	Al	H+Al	V	m
					----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----			-----	---- % ---	
0-10	4,57	25,5	18,8	137	5,26	2,06	0,3	8,88	46	4
10-20	4,50	22,1	5,8	126	4,54	1,61	0,4	9,12	41	8
20-40	4,43	15,8	2,3	100	3,03	1,44	0,4	8,85	35	7

Extratores: P, K - Mehlich-1; Ca, Mg, Al - KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; H+Al - Acetato de cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup> - pH 7,0.

#### 2.2.4. Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos foram compostos por três doses de dejetos líquidos de suínos (48; 96 e 144 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), mais os tratamentos adicionais, que foram a testemunha (sem adubação) e um tratamento com adubação mineral aplicada no sulco de semeadura (300 kg ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 04-20-10) e 33 kg ha<sup>-1</sup> de KCl aplicado em cobertura. As quantidades de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O fornecidas por cada tratamento também são apresentadas na Tabela 2.

**Tabela 2.** Descrição dos tratamentos avaliados no experimento e respectivas quantidades de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O fornecidas.

Descrição do tratamento	Dose	N total	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
		----- kg ha <sup>-1</sup> -----		
	48 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	79	60	34
Dejeto líquido de suínos	96 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	157	120	67
	144 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	236	180	101
Adubo mineral NPK 04-20-10 +33 kg ha <sup>-1</sup> de KCl	300 kg ha <sup>-1</sup>	12	60	50
Testemunha	-	-	-	-

O dejetos líquidos de suínos utilizado foi de origem de um biodigestor da Cooperativa Agroindustrial Cascavel (Coopavel), localizada no município de Cascavel - PR. O DLS apresentava uma densidade de 20, na escala do densímetro de Bouyoucos, o que corresponde, em kg m<sup>-3</sup>, a 1,64 de N total, 1,25 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 0,70 de K<sub>2</sub>O, conforme metodologia proposta por Miyazawa e Barbosa (2015).

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições para cada tratamento.

As unidades experimentais foram compostas por 11 linhas, de 10 m de comprimento, com espaçamento de 45 cm, totalizando 50 m<sup>2</sup>. Como área útil foram consideradas seis linhas centrais, descartando-se 2,5 m das extremidades, totalizando 13,5 m<sup>2</sup> de área colhida.

### **2.2.5. Aplicação dos tratamentos**

A aplicação dos dejetos foi realizada no dia da semeadura da soja, considerando a dose de cada tratamento. O dejetos líquido de suínos foi aplicado com auxílio de um tanque de sucção, sobre o solo, na área total da parcela. O adubo mineral foi aplicado na linha de semeadura com a semeadora, localizado ao lado e abaixo das sementes.

### **2.2.6. Avaliações**

#### **2.2.6.1 Produtividade de grãos**

A colheita foi realizada com uma colhedora automotriz de precisão desenvolvida para unidades experimentais. Para determinação da produtividade foi colhida somente a área útil da parcela. Logo após, os grãos colhidos foram encaminhados ao laboratório, para beneficiamento, pesagem e determinação da umidade. Com isso, calculou-se a produtividade, em kg ha<sup>-1</sup>, corrigida a 13 % de umidade.

#### **2.2.6.2. Hastes verdes**

No momento da colheita, foi avaliada a porcentagem de plantas com hastes verdes. Sendo definida pela contagem do número de plantas com a presente característica, em relação ao total de plantas existentes na área útil da parcela.

#### **2.2.6.3. Altura de plantas**

Para mensuração da altura foram coletadas 10 plantas aleatoriamente dentro de cada parcela. Em seguida, levadas para o laboratório para análise. Com auxílio de uma fita métrica foi determinada o comprimento entre o colo e o ápice da planta.

#### **2.2.6.4. Massa de cem grãos**

A massa de cem grãos foi determinada em balança de precisão de 0,01 g, com teor de água dos grãos corrigido para 13% (base úmida), sendo realizado pela média de três repetições por unidade experimental.

#### **2.2.7. Análise estatística**

Os dados obtidos foram processados no software Assistat (SILVA, 2015) e submetidos à análise de variância (ANOVA). O efeito dos tratamentos foi avaliado pelo Teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

### 2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à altura de plantas houve diferença significativa em função dos tratamentos avaliados. Observa-se que as plantas mais altas foram obtidas quando adubadas com dejetos líquidos de suínos (Tabela 3). Dentre elas, a maior dose de 144 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> foi a que proporcionou maior altura das plantas, atingindo cerca de 85 cm. As menores alturas foram obtidas sem adubação e utilização da adubação mineral, não diferindo estatisticamente entre si. Esse resultado pode ser explicado pela alta concentração de N nas doses maiores do dejetos, como verificado na Tabela 1. Com a aplicação de 144 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de dejetos líquidos de suínos foram fornecidos aproximadamente 236 kg ha<sup>-1</sup> de N, enquanto a adubação mineral forneceu 12 kg ha<sup>-1</sup> de N.

**Tabela 3.** Altura de plantas, hastes verdes, massa de cem grãos e produtividade de grãos de soja em função da adubação com dejetos líquidos de suínos, mineral (300 kg ha<sup>-1</sup> de formulado NPK 04-20-10 e testemunha (sem adubação)).

Tratamentos	Altura --- cm ---	Hastes verdes ----- % -----	Massa de cem grãos ----- g -----	Produtividade --- kg ha <sup>-1</sup> ---
Testemunha	70,25 c	13,75 a	19,05 a	3747,72 a
Adubação mineral	71,25 c	21,25 a	19,24 a	3609,58 a
DLS (48 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	78,75 b	28,75 a	18,73 a	3714,37 a
DLS (96 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	80,00 ab	28,75 a	19,20 a	3943,01 a
DLS (144 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	85,50 a	30,00 a	18,90 a	3968,34 a
Média	77,15	24,5	19,02	3796,6
C.V (%)	3,75	13,5	2,36	10,12

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

Dessa forma, possivelmente o excesso de N aplicado dos dejetos dos animais propiciou no maior crescimento da planta. E também, a adubação orgânica pode apresentar um potencial de estímulo da atividade biológica no solo, aumentando a mineralização desse nutriente. Furlani (2014) afirma que solos com excesso de N é desfavorável por tornar a planta extremamente vigorosa, podendo provocar crescimento excessivo da parte aérea em detrimento das raízes, que por consequência, favorece o acamamento de plantas. Por outro lado, com a adubação mineral, foram obtidas plantas menores em comparação ao menor fornecimento de N na adubação. Além

desse fator pode-se relatar que a adubação química pode afetar o potencial de nodulação e fixação de  $N_2$  pela interferência simbiótica entre a planta e o *Bradyrhizobium* (MERCANTE et al. 2011).

A porcentagem de hastes verdes não diferiu entre as adubações avaliadas. No entanto, observa-se que a tendência de aumento com o aumento da dose de dejetos líquido de suínos aplicada. Provavelmente as adubações disponibilizaram excesso de N para plantas, prolongando o ciclo vegetativo. Souza e Carvalho (2000) afirmam que as plantas tendem a vegetar mais e armazenar menos carboidratos com o excesso do elemento. Isso proporciona atraso da floração e crescimento elevado, favorecendo o acamamento de plantas.

As variáveis massa de cem grãos e produtividade não foram influenciadas em função dos tratamentos avaliados. A produtividade média foi de 3.796,6 kg ha<sup>-1</sup> de grãos de soja, com massa de cem grãos em torno de 19,02 g. Assim, pode-se afirmar que o solo em que o experimento foi conduzido apresentava uma fertilidade alta e que as adubações realizadas não foram necessárias, pois o mesmo supriu as necessidades das plantas visto que a testemunha não diferiu das adubações realizadas. A adubação orgânica e mineral também não se diferiram na capacidade de fornecer nutrientes para as plantas de soja. Nesse caso, as adubações realizadas foram importantes para reposição dos nutrientes exportados pelas plantas, mantendo a fertilidade do solo e a produtividade. Nesse sentido, a menor dose dos dejetos seria suficiente para repor os nutrientes ao solo, uma vez que a extração de  $P_2O_5$  e  $K_2O$ , para a produtividade média obtida, seria de 38 kg ha<sup>-1</sup> e 76 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Segundo Ehlers (1994), a adição de matéria orgânica aumenta a porosidade dos solos, a absorção e a capacidade de armazenamento de água e nutrientes, facilitando o desempenho do sistema radicular das plantas, propiciando o crescimento e o desenvolvimento das culturas. Segundo Primavesi (1990) o composto orgânico dos dejetos dos animais atua na melhoria das propriedades físicas do solo. Sendo que na transformação da matéria orgânica em húmus aumenta a ação de microrganismos, assim observando-se melhor aproveitamento dos nutrientes do solo e conseqüentemente maior equilíbrio nutricional para a cultura.

Dal Moro, Moreira e Soncela (2010), avaliaram a adubação com dejetos líquido de suínos (20 a 100 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) na cultura do milho e da mesma forma não encontraram diferença de produtividade da cultura quando comparado a adubação mineral. Da

mesma forma, Barbosa et al. (2009) avaliando produção de massa seca de aveia branca com aplicação de resíduos animais, concluíram que não houve diferença na produção entre as diferentes tipos de adubação.

Blanco (2015) concluiu que produtividade e o rendimento de óleo da soja foram equivalentes tanto com adubação com resíduos de animais (suínos e aves), quanto com mineral, demonstrando que a adubação orgânica foi eficaz em fornecer nutrientes para a cultura da soja.

Por outro lado, Oliveira (2013) afirma que embora a aplicação de dejetos líquidos de suínos nas doses de 250 e 300 m<sup>3</sup> tenha promovido aumento de produtividade da cultura da soja, não superou a produção quando realizada com a adubação química. Scherer, Aita e Baldissera (1996) relatam que pelo fato do dejetos líquidos de suínos possuírem nutrientes em quantidades desbalanceadas acaba dificultando a recomendação de doses para as lavouras. A resposta também vai depender da fertilidade atual do solo. Em solos com fertilidade considerada alta, como o do presente estudo, a tendência é fazer somente a reposição dos nutrientes extraídos pelas plantas para manter a fertilidade do solo.

## **2.4. CONCLUSÃO**

A adubação mineral da cultura da soja pode ser substituída pela adubação com dejetos líquidos de suínos, principalmente em solos de fertilidade alta. A adubação com 48 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de dejetos líquidos de suínos foi capaz de suprir a necessidade nutricional da cultura da soja conforme a produtividade obtida.

## 2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. F.; SANCHES, B. C. Fertilizantes nitrogenados com liberação lenta e estabilizada na agricultura. **Revista Verde**, Mossoró, v. 7, n. 5, p. 31-35, 2012.

AMADO, T. J. C.; SCHLEINDWEIN, J. A.; FIORIN, J. E. Manejo do solo visando à obtenção de elevados rendimentos de soja sob sistema plantio direto. In: THOMAS, A. L.; COSTA, J. A. (Org.). **Soja: manejo para alta produtividade de grãos**. Porto Alegre: Evangraf, 2010.

ASSMANN, T. S.; FERREIRA, W.; ROSTAGNO, H. S. Desempenho da mistura forrageira de aveia preta mais azévem e atributos químicos do solo em função da aplicação de esterco líquido de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 1515-1523, 2007.

BARBOSA, G. C.; CAVIGLIONE, J. H.; ANDRADE, D. S.; COSTA, A. Produção de massa seca de aveia branca em solo com aplicação de resíduos animais. **Synergismus Scientifica**, Pato Branco, v. 4, n. 1, p. 3-14, 2009.

BLANCO, I. B. **Adubação da cultura da soja com dejetos de suínos e cama de aviário**. Cascavel: Unioeste, 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2015.

COSTA, J. A. **Rendimento da soja: chegamos ao máximo?** Piracicaba: POTAFOS, Informações Agrônômicas, n. 99, 2002.

DAL MORO, H. G.; MOREIRA, G. C.; SONCELA, A. S. Efeito da aplicação com dejetos líquidos de suíno na cultura do milho. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 3, n. 4, p. 154-166, 2010.

DIESEL, R.; MIRANDA, C. R.; PERDOMO, C. C. **Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves e Extensão - EMATER/RS, n. 14, 2002. Boletim Informativo de Pesquisa.

EHLERS, E. M. **O que se entende por agricultura sustentável?** Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

FURLANI, A.M.C. Nutrição mineral. In: KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p.40-75.

GIACOMINI, S. J. **Avaliação e modelização da dinâmica do carbono e do nitrogênio no solo com o uso de dejetos de suínos**. 2005. Santa Maria: UFSM, 2005. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2001. Circular Técnica n. 35.

KONZEN, E. A.; MENEZES, J. F. S.; ALVARENGA, R. C. Monitoramento ambiental do uso de dejetos líquidos de suínos como insumo na agricultura: Efeito de doses na produtividade de milho. In. CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 14, Florianópolis, 2002. **Anais...** Florianópolis: ABMS, 2002.

KRAJESKI, A.; POVALUK, M. Alterações no solo ocasionadas pela fertirrigação dos dejetos suínos. **Saúde Meio Ambiente**, Mafra, v. 3, n. 1, p. 3-18, 2014.

MELO, L. C. A.; SILVA, C. A.; DIAS, B. O. Caracterização da matriz orgânica de resíduos de origens diversificadas. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 101-110, 2008.

MERCANTE, F.M.; HUNGRIA, M.; MENDES, I.C.; REIS JÚNIOR, F.B. Estratégias para aumentar a eficiência de inoculantes microbianos na cultura da soja. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011, 4 p. (**Comunicado Técnico**, 169).

MIYAZAWA, M.; BARBOSA, G. M. C. **Dejeto líquido de suíno como fertilizante orgânico**: Método simplificado. IAPAR, Londrina, 2015. 26 p. (Boletim Técnico, 84).

MONDARDO, D; CASTAGNARA, D. D.; OLIVEIRA, P. S. R.; ZOZ, T.; MESQUITA, E. E. Produção e composição químico-bromatológico da aveia preta fertilizada com doses crescentes de dejetos líquidos de suínos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 509-517, 2011.

OLIVEIRA, E. S. **Aplicação de dejetos da suinocultura em latossolo cultivado com sucessão soja-milho**. Cuiabá: UFMT, 2013. Doutorado (Agricultura Tropical) – Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2013.

PERDOMO, C. C.; LIMA, G. J. M. D. Considerações sobre a questão dos dejetos e o meio ambiente. In: **Suinocultura: produção, manejo e saúde do rebanho**. Concórdia: CNPSA/EMBRAPA, 1998. p. 223-234

PESKE, F. B.; BAUDET, L.; PESKE, S. T. Produtividade de plantas de soja provenientes de sementes tratadas com fósforo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n. 1, p. 95-101, 2009.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. Nobel, São Paulo, 9.ed., 1990. 549 p.

SCHERER, E. E.; AITA, C.; BALDISSERA, I. T. Avaliação da qualidade do esterco líquido de suínos da região oeste catarinense para fins de utilização como fertilizante. **Epagri**, Florianópolis, 1996. 46 p. (Boletim Técnico, 79).

SILVA, E. C.; FERREIRA, S. M.; SILVA, G. P.; ASSIS, R. L.; GUIMARÃES, G. L. Épocas e formas de aplicação de nitrogênio no milho sob plantio direto em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 725-733, 2009.

SILVA, F. A. S. **Assistat**. versão 7.6 beta. Universidade Federal de Campina Grande. Paraíba, 2015.

SOUZA, R. J.; CARVALHO, J. G. Efeito de doses de nitrogênio aplicadas no solo e níveis de cálcio aplicados via foliar sobre o teor e o acúmulo de micronutrientes em alface americana. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.4, p.905-916, 2000.

VARGAS, M. A. T.; SUHET, A. R.; MENDES, I. C.; PERES, J. R. **Fixação biológica de nitrogênio em solos de cerrados**. Brasília: EMBRAPA – CPAC: EMBRAPA – SPI, 1994.

VEIGA, A. D.; PINHO, E. V. de R. V.; VEIGA A. D.; PEREIRA, P. H. A. R.; OLIVEIRA, K. C.; PINHO, R. G. V. Influência do potássio e da calagem na composição química, qualidade fisiológica e na atividade enzimática de sementes de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n.4, p.935-960, 2010.

### 3. CAPITULO 2

## VOLATILIZAÇÃO DE AMÔNIA APÓS APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS EM FUNÇÃO DO PH

### RESUMO

O nitrogênio é um elemento essencial para as plantas e é extraído em grande quantidade pelas plantas. Em relação à adubação nitrogenada, a volatilização de amônia após a aplicação de fertilizantes nitrogenados é uma das principais reações que diminuem o aproveitamento desse nutriente pelas plantas. O pH é um fator determinante desta reação, promovendo o equilíbrio entre amônia ( $\text{NH}_3$ ) e amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) na adubação nitrogenada. Assim, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a volatilização da amônia após aplicação de dejetos de suínos com diferentes pHs. O trabalho foi conduzido em casa de vegetação durante o período de outubro a dezembro de 2017. Foi avaliada a volatilização da amônia em função dos pHs ajustados do dejetos líquido de suínos, sendo 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 e 7,4 (natural do dejetos). Além disso, foram avaliados dois tratamentos adicionais: dejetos natural + gesso agrícola e a testemunha (sem aplicação de dejetos). Para captação da amônia volatilizada foi utilizado coletor do tipo Sale, com câmara semiaberta livre estática. Com base nos dados foram analisados o fluxo de volatilização; volatilização acumulada; porcentagem de perda de amônia. O pH do dejetos líquido de suínos altera a quantidade de amônia volatilizada. A aplicação do dejetos líquido de suínos com pH natural (7,4) proporcionou perdas de amônia em torno de 46 %. Com a acidificação dos dejetos ajustando-se o pH em torno de 3 a 5 houve as perdas de N por volatilização em torno de 5 %.

**PALAVRAS-CHAVE:** Adubação nitrogenada, biofertilizante, perda de nitrogênio.

## AMMONIA VOLATILIZATION AFTER THE APPLICATION OF LIQUID SWINE MANURE DUE PH

### ABSTRACT

Nitrogen is an essential element for plants and is extracted in large quantity by plants. In relation to nitrogen fertilization, the ammonia volatilization after the application of

nitrogen fertilizers is one of the main reactions that reduce the use of this nutrient by plants. The pH is a determinant of this reaction, promoting the equilibrium between ammonia ( $\text{NH}_3$ ) and ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) in nitrogen fertilization. Thus, the present work aimed to evaluate the volatilization of ammonia after application of liquid swine manure with different pHs. The work was conducted in a greenhouse during the period from October to December 2017. The ammonia volatilization was evaluated according to the adjusted pH of the swine manure, being 3.0; 4.0; 5.0; 6.0 and 7.4 (from natural manure). Further, two additional treatments were evaluated: natural manure + agricultural gypsum and the control (without application of manure). In order to capture the volatilized ammonia, Sale type collectors were used, with a static free semi-open chamber. Based on the data, volatilization flow, accumulated volatilization, and percentage of ammonia loss were analyzed. It was concluded that pH altered the level of ammonia volatilization. The application of natural liquid swine manure (7,4) resulted in large amounts of ammonia losses. With acidification of the manure by adjusting the pH around 3 to 5 there was a great reduction of nitrogen loss by volatilization.

**KEY-WORDS:** Nitrogen fertilization, biofertilizer, nitrogen loss.

### 3.1. INTRODUÇÃO

O nitrogênio é um elemento essencial para as plantas. Está presente em vários componentes da célula vegetal, na forma de aminoácidos e ácidos nucleicos. E ainda, auxilia nas reações de síntese proteica, na qual está inteiramente ligada ao processo de divisão celular (TAIZ; ZEIGER, 2006).

Segundo Meira et al. (2009) no Brasil existem várias fontes de adubação nitrogenada, no entanto as mais utilizadas são ureia e sulfato de amônio. A ureia apresenta alta concentração de nitrogênio (45 %), alta solubilidade, porém maior tendência de perdas por volatilização (CALONEGO, 2012). Já o sulfato de amônio apresenta 20 % de nitrogênio e 22 % de enxofre em sua composição (CARMO et al., 2012).

Adeli e Varco (2001) relatam que o dejetos líquido de suínos apresenta grandes quantidades de nutrientes, principalmente o nitrogênio, fósforo e potássio. Desta forma, podendo substituir de forma parcial ou até mesmo total a adubação mineral das plantas.

A utilização dos dejetos nas lavouras contribui para aumento de matéria orgânica e do nível de fertilidade no solo, que podem refletir em maiores rentabilidades das culturas, Além do mais, diminui os riscos ambientais por contaminação quando usado de forma correta (CERETTA et al., 2003).

O nitrogênio é bastante dinâmico no ambiente. No dejetos líquido de suínos, ele predomina na forma amoniacal ( $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NH}_3$ ), representado em torno de 70 % do N total (SÁNCHEZ; GONZÁLES, 2005).

Seidel et al. (2010) relatam que a adubação mineral química para implantação de uma lavoura representa em média de 40 % dos custos totais, e que a agricultura moderna visa o aumento da produtividade e ao mesmo tempo a diminuição dos custos, assim a utilização do biofertilizante oriundo da suinocultura torna uma opção para a substituição da adubação mineral.

A amônia ( $\text{NH}_3$ ) é bastante volátil, sendo facilmente perdida para atmosfera. Dependendo das práticas utilizadas para a aplicação podem favorecer a volatilização, diminuindo a eficiência da adubação orgânica. A aplicação superficial dos dejetos pode sofrer interferência da radiação solar e a ação dos ventos (ZAMAN et al., 2009).

No Brasil, a realização da adubação nitrogenada em cobertura sem a incorporação, principalmente na cultura do milho é uma das práticas mais comuns

(FRAZÃO et al., 2014). Entretanto, Tasca et al. (2011) verificaram que, em cerca de quatro dias, respectivamente 50 % do nitrogênio aplicado na forma de ureia em cobertura foram perdidos pela volatilização de amônia, demonstrando assim, a importância da presença de algum elemento para propiciar o melhor aproveitamento do nitrogênio.

Segundo Sommer et al. (1993) as perdas de nitrogênio pela atmosfera ocorrem principalmente pela volatilização da amônia, podendo ser até mesmo no armazenamento dos resíduos dos animais e no solo.

A taxa de volatilização varia em função das condições climáticas, principalmente temperatura e umidade relativa do ar, e além das características físico-químicas dos resíduos e do solo (PORT; AITS; GIACOMINI, 2003).

Dentre as características do solo que refletem na perda de nitrogênio são o pH, a taxa de infiltração de líquidos e ainda, o potencial de nitrificação do N aplicado (SOMMER; HUTCHINGS, 2001).

O processo de volatilização do nitrogênio envolve inicialmente a hidrólise da ureia por meio da enzima denominada urease. Essa enzima extracelular é produzida por bactérias, actinomicetos e fungos do solo, e ainda, podendo ser originada de restos vegetais (REYNOLDS; WOLF; ARMBRUSTER, 1985).

Port, Aita e Giacomini (2003) relatam que a aplicação dos dejetos de animais em sistema de cultivo convencional proporciona maiores perdas de amônia para atmosfera. Já em sistema de plantio direto, em que a aplicação dos dejetos ocorre em contato com restos culturais ou em plantas que estão em pleno desenvolvimento a campo, a volatilização da amônia diminui significativamente.

Sangoi et al. (2003) observaram que a aplicação superficial de ureia, tanto em solo arenoso quanto em argiloso, aumenta as perdas de N por volatilização de amônia, em relação à sua incorporação, independentemente do manejo dos restos culturais de aveia preta, textura do solo, teor de matéria orgânica do solo e da CTC do solo.

Segundo Souza et al. (2013) em regiões de clima tropical, sob o cultivo de plantio direto, as perdas nitrogênio na forma de  $\text{NH}_3$  são favorecidas quando se apresenta baixa disponibilidade hídrica.

Em áreas sob sistema plantio direto, a presença de restos culturais sobre a superfície do solo influencia na quantidade de N que se perde por volatilização, principalmente quando se utiliza a ureia (CABEZAS 1998).

A presença de palhada na superfície do solo traz inúmeros benefícios, tanto na conservação dos recursos naturais (água e solo) e quanto na parte química, física e biológica dos solos. Em mesmo sentido, Arenhardt (2016) afirma que a matéria orgânica interfere na estruturação do solo, melhorando a infiltração da água, o desenvolvimento radicular de plantas, além prevenir a erosão e fornecimento de nutrientes

Aita, Giacomini e Hubner (2007) relatam que é importante manter teor de carbono no solo, pois reduz a possibilidade de erosão e conseqüentemente beneficiam a sua qualidade. Destacam ainda que a matéria orgânica acaba proporcionando o aumento da atividade microbiológica do solo e conseqüentemente elevando a fertilidade.

Basso (2003) afirma que o pH do dejetos é responsável pelo equilíbrio entre amônio e amônia e encontrou resultados que correspondem a menor perda de amônia com dejetos de pH inferior a 6,0.

O pH, tanto do solo, como dos dejetos de animais, apresenta uma grande relevância na volatilização da amônia, pela questão da disponibilização de íons de  $H^+$ . Todavia, o aproveitamento do nutriente fornecido através do biofertilizante de suínos em relação ao pH deve ser melhor estudado, já que o mesmo pode alterar a eficiência da adubação para suprir as necessidades da plantas, e também favorecendo o meio ambiente pela diminuição da contaminação ambiental. Nesse contexto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a volatilização da amônia após aplicação de dejetos de suínos com diferentes pHs.

## 3.2. MATERIAL E MÉTODOS

### 3.2.1. Local

O trabalho foi conduzido durante o período de outubro a dezembro de 2017, em casa de vegetação pertencente ao Instituto Agronômico do Paraná, localizado no município de Santa Tereza do Oeste, latitude 25° 03' 08" S e longitude 53° 37' 59" W.

### 3.2.2. Tratamentos e Delineamento Experimental

Foi avaliada a volatilização da amônia em função dos diferentes pHs do dejetos líquido de suínos, sendo 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 e 7,4 (natural do dejetos), mais um tratamento adicional em que foi avaliada a incorporação de gesso agrícola na dosagem de 2 t ha<sup>-1</sup> ao dejetos natural (pH 7,2), além da testemunha.

### 3.2.3. Solo

O solo utilizado para condução do ensaio foi coletado na profundidade de 10-30 cm e caracterizado com os seguintes atributos físicos e químicos (Tabela 4).

**Tabela 4.** Análise química e física do solo utilizado no experimento.

pH (CaCl <sub>2</sub> )	4,60
C (g dm <sup>-3</sup> )	35,06
K (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,24
Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	4,93
Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,49
Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,00
H+Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	9,00
V (%)	50,00
P (mg dm <sup>-3</sup> )	1,50
Areia (%)	23
Silte (%)	28
Argila (%)	49

Extrator: P, K= (HCl 0,05 mol L<sup>-1</sup> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> mol L<sup>-1</sup>); Al, Ca, Mg = (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>); S = Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>/ HOAc 2 mol L<sup>-1</sup>.

### 3.2.4. Aplicação do dejetos líquido de suínos

O DLS utilizado foi originado de um biodigestor da Cooperativa Agroindustrial Cascavel (Coopavel).

O DLS apresentava uma densidade de 15, na escala do densímetro de Bouyoucos, o que corresponde, em  $\text{kg m}^{-3}$ , a 1,21 de N total, 0,91 de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e 0,54 de  $\text{K}_2\text{O}$ , conforme metodologia proposta por Miyazawa e Barbosa (2015).

A dosagem para cada tratamento foi formulada para fornecer uma quantidade de  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  de N. Em seguida, com o volume já separado, foi alterado o pH dos dejetos para os respectivos tratamentos (pHs 3,0; 4,0; 5,0 e 6,0) com ácido sulfúrico ( $1 \text{ mol L}^{-1}$ ).

No tratamento do dejetos aplicado com pH natural e no tratamento em que foi aplicado gesso não foi adicionado ácido sulfúrico e o pH somente foi medido, sendo 7,4 e 7,2, respectivamente.

### **3.2.5. Unidade experimental**

Para realização do experimento, as unidades amostrais foram constituídas por bandejas plásticas com dimensões de  $39 \times 25 \times 7 \text{ cm}$ . Em cada uma foram adicionados 4 kg de solo. O solo foi seco por 72 h em estufa com ventilação contínua, em seguida homogeneizado e peneirado em malha de 2 mm e disposto nas bandejas. A distribuição dos dejetos se deu com auxílio de um regador.

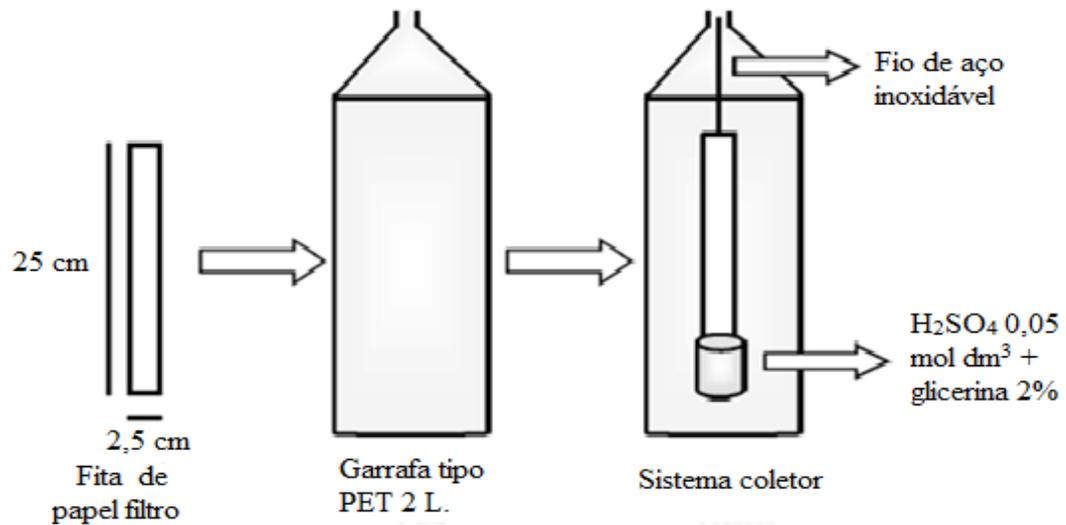
### **3.2.6. Avaliação da volatilização da amônia**

Após a aplicação do dejetos líquido de suínos nas bandejas, foram instaladas sob o solo câmaras de captura de volatilização de amônia do tipo Sale, com câmara semiaberta livre estática, conforme Figura 1.

A câmara de captura de volatilização de amônia foi instalada rente ao solo. Basicamente o sistema se baseia em uma câmara de ar feita com garrafa pet com a finalidade de armazenar o gás volatilizado.

Dentro da garrafa, um arame inoxidável de 30 cm de comprimento suspenso tem a função de sustentar um tubo com a solução e apoiar uma fita de papel filtro na vertical.

A fita constituída por um papel filtro apresenta as dimensões de 2,5 cm de largura e 25 cm de comprimento e o tubo de centrifuga com capacidade de 50 mL, contendo 20 mL de solução captora ( $\text{H}_2\text{SO}_4$   $0,05 \text{ mol L}^{-1}$  + glicerina). A glicerina tem a finalidade de manter a umidade entre os períodos de coletas.



**Figura 1.** Diagrama do sistema coletor de amônia (Fonte: MARSOLA; MIYAZAWA, 1999).

Assim, a extremidade inferior do papel foi depositada dentro do tubo, ficando submersa na solução captora e o lado oposto da fita ficando suspenso no arame inoxidável, que com o passar das horas a fita acaba umedecendo por completa. Desta forma, a amônia volatilizada reage com a solução e acaba retendo-se as partículas na fita de papel filtro.

Dando-se o período estimado, os tubos foram vedados com a tampa contendo a solução e o papel de filtro e armazenados sob temperatura ambiente até determinação do teor do N-amoniaco por espectrometria azul de salicilato (MIYAZAWA; PAVAN; BLOCH, 1992) e quantificação da volatilização de amônia.

Para verificação da volatilização da amônia, foram realizadas dez avaliações no decorrer de 26 dias (1º, 2º, 3º, 5º, 7º, 10º, 14º, 18º, 22º e 26º dia após a aplicação dos tratamentos).

Foi destinado um tubo para cada época de avaliação, tratamento e repetição, totalizando assim, 280 tubos (7 x 4 x 10) ao longo do experimento.

### 3.2.7. Análise Estatística

Os dados obtidos foram processados no software Assistat (SILVA, 2015) e submetidos à análise de variância (ANOVA). O efeito dos tratamentos foi avaliado por análise de Tukey a 5 % de probabilidade, em cada coleta.

### 3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, os resultados obtidos foram interpretados de forma comparativa entre os sete tratamentos realizados, dividindo por épocas de avaliação para verificar os efeitos da acidez. Sendo assim, com o alteração do pH do biofertilizante oriundo de dejetos de suínos aplicado em cobertura no solo, proporcionaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) na perda de amônia para atmosfera em todas épocas de avaliação, conforme Tabela 5.

**Tabela 5.** Volatilização da amônia em dez coletas (dias após a aplicação - DAA) realizadas em função da alteração do pH do dejetos líquido de suínos aplicado.

Época (DAA)	Tratamentos							CV %
	Testemunha	pH 3,0	pH 4,0	pH 5,0	pH 6,0	Gesso (pH 7,2)	Natural (pH 7,4)	
	----- Volatilização de N-NH <sub>3</sub> (kg ha <sup>-1</sup> ) -----							
1	0,14 c	0,22 c	0,25 c	0,32 c	2,82 b	6,53 a	7,86 a	29,16
2	0,12 c	0,15 c	0,20 c	0,3 c	1,12 b	2,00 a	2,50 a	27,14
3	0,09 c	0,17 c	0,22 c	0,25 c	0,98 b	1,57 a	1,70 a	25,98
5	0,07 c	0,29 c	0,36 c	0,39 c	1,48 b	1,83 ab	2,15 a	16,21
7	0,14 c	0,40 c	0,40 c	0,42 c	1,46 b	1,86 ab	2,45 a	28,04
10	0,14 d	0,66 cd	1,01 c	1,07 c	2,36 b	3,12 a	3,26 a	18,86
14	0,15 d	0,43 cd	0,68cd	0,86 c	1,89 b	2,47 a	2,68 a	18,97
18	0,26 b	0,44 b	0,54 b	0,63 b	2,62 a	2,82 a	3,34 a	22,81
22	0,18 c	0,40 c	0,42 c	0,82bc	1,02ab	1,97 ab	2,26 a	53,89
26	0,10 a	0,31 a	0,32 a	0,38 a	0,42 a	0,96 a	1,07 a	35,01

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

A testemunha (sem aplicação do DLS) apresentou valores mínimos de volatilização de nitrogênio (N) na forma amoniacal, como era esperado, apresentando na maioria das coletas, menores perdas de N. Entretanto, o dejetos natural com pH 7,4, apresentou os maiores índices de perda de amônia, também, na maioria das coletas. Isso demonstra um menor aproveitamento desse nutriente no pH natural em que o dejetos líquido de suínos é aplicado.

No mesmo sentido, o tratamento adicional (dejetos natural + gesso agrícola) com o objetivo de verificar as possíveis respostas da incorporação do gesso ao

efluente para tentar amenizar a volatilização da amônia não apresentou resultados significativos, pois o fator avaliado do tratamento (pH) pouco se alterou com a adição do gesso agrícola (pH = 7,2).

Entretanto, analisando as três primeiras épocas, ou seja, avaliações realizadas no primeiro, segundo e terceiro dias após a aplicação dos resíduos, que foram as épocas de maior índice de volatilização, os melhores resultados em relação à perda de N foram obtidos com os dejetos de pHs mais ácidos (3,0; 4,0 e 5,0).

Dentre os fatores físico-químicos o pH é um dos principais responsáveis pelo comportamento da volatilização da amônia, pois o dejetos líquido de suínos apresenta nitrogênio na forma iônica ( $\text{NH}_4^+$ ) e na forma gasosa ( $\text{NH}_3$ ), que é bastante volátil (KIRCHMANN; WITTER, 2009). Nesse sentido, os dois se mantem em equilíbrio, onde o pH é peça chave para determinação da predominância de um ou de outro. Sendo que em uma solução ácida tem uma alta concentração de íons de hidrogênio ( $\text{H}^+$ ), favorece a forma  $\text{NH}_4^+$ . Cantarella (2007) relata que pHs alcalinos, acima de 7,0 proporcionam maiores perdas de  $\text{NH}_3$  por volatilização, pois com a elevação do pH diminui a disponibilidade de íons  $\text{H}^+$  na solução, o que acaba interferindo na mineralização do adubo orgânico. Olesen, Moldrup e Henriksen (2000) afirmam que o pH resultante da mistura dos dejetos com o solo exerce forte influência na volatilização de amônia, favorecida por valores elevado de pH, pois a forma gasosa ( $\text{NH}_3$ ) prevalecerá sobre a forma iônica ( $\text{NH}_4^+$ ) nessa condição

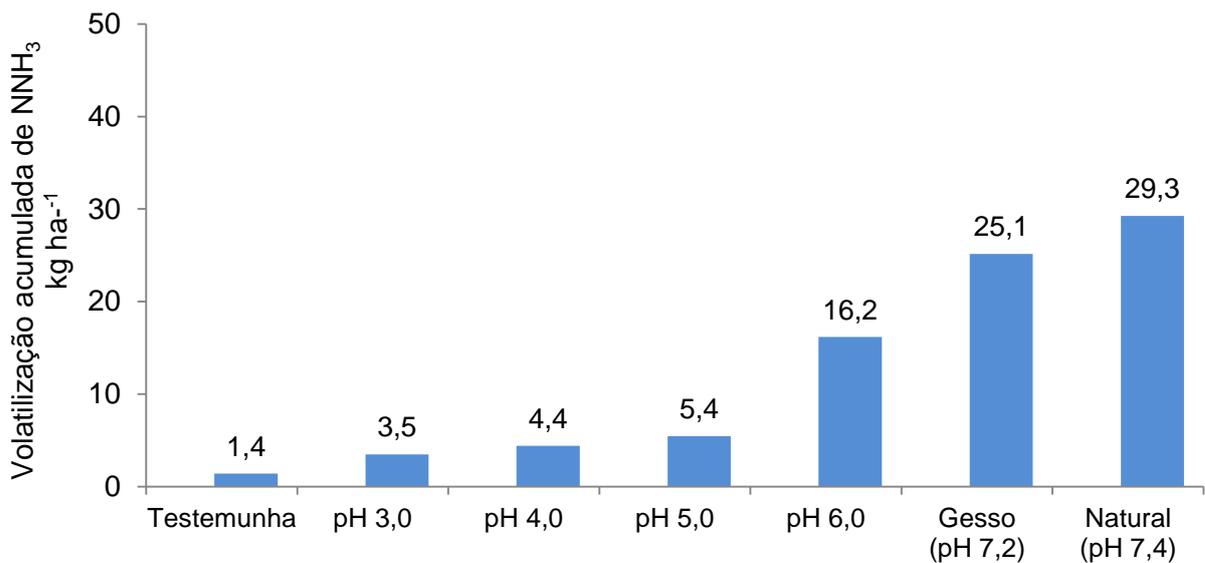
A própria aplicação dos dejetos de animais no solo, neste caso o de suínos, pode alterar o pH do solo conforme Smith (2009). Essa alteração pode estar atribuída à emissão do  $\text{CO}_2$ , que pode ser mais rápida do que a volatilização de amônia, devido à degradação dos ácidos graxos voláteis adicionados via dejetos (PUJOL, 2012).

Em relação aos índices de volatilização em cada tratamento, observa-se que na primeira avaliação ocorreu o pico máximo de volatilização de amônia (Tabela 5). A taxa de volatilização de amônia tende a aumentar na fase inicial devido a recém aplicação do dejetos líquido de suínos. Nessa coleta, a aplicação do dejetos natural (pH 7,4) e o de gesso (pH 7,2) alcançaram os maiores valores de perda de amônia, respectivamente 7,86 e 6,53  $\text{kg ha}^{-1}$  de N- $\text{NH}_3$ . Já a testemunha, pH 3,0, pH 4,0 e pH 5,0 apresentaram valores mínimos de volatilização, não passando de 0,32  $\text{kg ha}^{-1}$  de N- $\text{NH}_3$ .

Com o aumento do tempo após aplicação, a taxa de volatilização foi reduzindo até ao vigésimo sexto dia, onde todos os tratamentos se estabilizaram, não diferenciando-se estatisticamente em relação à volatilização da amônia. Resultados semelhantes foram obtidos por Port, Aita e Giacomini (2003), que verificaram maiores taxas de volatilização de amônia nas primeiras horas após a aplicação dos dejetos. Essas perdas podem ser agravadas quando a aplicação dos dejetos for realizada de maneira superficial, associada ainda, a períodos de escassez de chuvas com temperaturas altas (RODHE; ETANA, 2005).

Esse pico elevado de volatilização de amônia, acentuadas logo após a aplicação dos dejetos, é mencionada em diversos estudos, tanto com dejetos de suínos como de bovinos. Thompson, Pain e Lockyer (1990) verificaram que nas primeiras 24 h após a aplicação dos dejetos ocorreram perdas de 57 a 77 % de N. Já Rochette et al. (2001) concluíram em seu trabalho que 60 % da emissão total de amônia ocorreu nas primeiras 11 h com aplicação sobre os restos vegetais de colza. No mesmo sentido, Lovanh, Warren e Sistani (2010) concluíram que houve uma redução de 75 % do fluxo da amônia após 72 h da aplicação dos dejetos de suínos. Desta forma, evidencia-se que os resultados colaboram para a importância de se considerar as condições climáticas em que os dejetos são aplicados, pois são os primeiros instantes cruciais para a perda da amônia, devendo assim, por exemplo, aplicar em condições de umidade adequada e temperatura mais amena.

Quanto à volatilização acumulada da amônia de cada tratamento (soma das dez épocas avaliadas de cada tratamento) (Figura 2), observa-se que com a aproximação do pH à alcalinidade a volatilização foi maior quando comparada às verificadas com os pHs mais ácidos. O dejetos natural, aplicado com pH sem ajustes, perdeu para atmosfera um total de aproximadamente 30 kg ha<sup>-1</sup> de N-NH<sub>3</sub>, seguido pelo tratamento com gesso com 25,1 kg ha<sup>-1</sup> de N-NH<sub>3</sub>. Quando a acidificação do dejetos ocorreu e o pH foi alterado para 3,0, as perdas foram mínimas, de 3,5 kg ha<sup>-1</sup> de N-NH<sub>3</sub>.

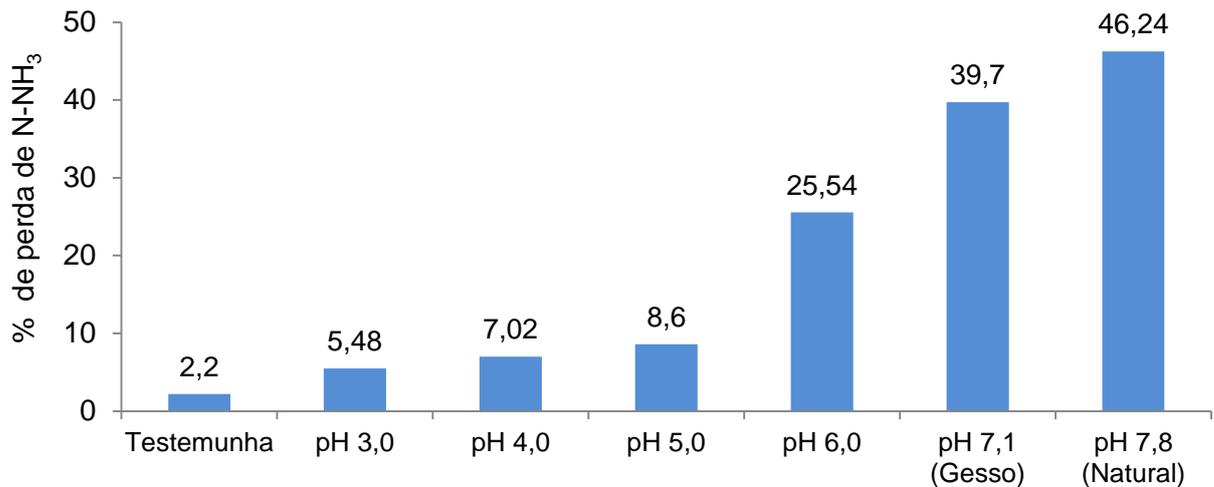


**Figura 2.** Volatilização acumulada de amônia (kg ha<sup>-1</sup>) de cada tratamento, em função do pH do dejetos, durante o período de avaliação.

Para Port, Aita e Giacomini (2003), o teor acumulado de volatilização é proporcional às doses aplicadas. Verificaram que em uma aplicação de 40 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ocorreram perdas de 8,8 kg ha<sup>-1</sup> de N, em um período de 73 h. Já na dose de 80 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> as perdas foram de 12,1 kg ha<sup>-1</sup>. Porém, esses fatores podem ser intensificados com a época ou estação climática, como no período de verão, em que normalmente as temperaturas são mais elevadas.

Outros fatores importantes são o potencial de infiltração dos dejetos no solo, nitrificação do nitrogênio amoniacal e também a possível diminuição do pH na superfície do solo, que podem reduzir na quantidade volatilizada de NH<sub>3</sub> em função da capacidade de tamponamento dos mesmos (SOMMER et al., 2003). Sommer, Hansen e Sogaard (2006), verificaram que ao dobrar em laboratório a taxa de infiltração de dejetos de suínos e bovinos aplicados em cobertura do solo, conseguiu-se reduzir em 50 % a volatilização total acumulada de amônia.

Na figura 3, é possível verificar as perdas relativas de amônia em relação à quantidade de N aplicada no solo com adubação com o dejetos líquido de suínos. Ressaltando-se que a quantidade de nitrogênio fornecida foi de 50 kg ha<sup>-1</sup>, verificou-se que as perdas de N através do dejetos de pH natural foi de 46,24 % e o tratamento adicional com gesso 39,7 %, E na sequência conforme a acidificação foi aumentando, as perdas mínimas, de apenas 5,48 % quando o pH do dejetos foi alterado para 3,0.



**Figura 3.** Porcentagem de perda de amônia por volatilização após 26 dias da aplicação dos dejetos suínos com diferentes pHs.

Moal et al. (1995) relatam que as perdas de nitrogênio por volatilização de amônia através da utilização do biofertilizante de suínos são bastante variáveis, podendo ficar entre 5 a 75 %. Sommer e Hutchings (2001) descrevem que a variação da volatilização de amônia é proporcionada por inúmeros fatores, destacando-se a composição físico-química propriamente dos dejetos e do solo.

Na literatura, os valores de porcentagem de perda variam bastante, pois existem vários métodos de se mensurar a amônia volatilizada. Além do mais, as doses de dejetos são variadas, como também as características em que os trabalhos são instalados (temperatura, umidade, solo, dejetos e entre outros). Entretanto, no sistema de câmaras estáticas semiabertas, Damasceno (2010) aplicou o dejetos (natural) na dose de 91 kg ha<sup>-1</sup> de N amoniacal total (NAT), e concluiu que a porcentagem de amônia perdida foi de apenas 5,3 % no primeiro ano e 9,4 % no segundo. Já com outro método de avaliação, o túnel de vento, Chantigny et al. (2010) verificaram que na aplicação de dejetos de suínos na dose de 100 kg ha<sup>-1</sup> de NAT, ocorreu a perda de aproximadamente 35 % de amônia. Mkhabela et al. (2009) verificaram aproximadamente 25 % de perdas, com uma dosagem de 60 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de dejetos líquido de suínos.

### **3.4. CONCLUSÃO**

O pH do dejetos líquido de suínos altera a quantidade de amônia volatilizada.

A aplicação do dejetos líquido de suínos com pH natural (7,4) proporcionou perdas de amônia em torno de 46 %. Com a acidificação dos dejetos ajustando-se o pH em torno de 3 a 5 houve as perdas de N por volatilização em torno de 5 %.

### 3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADELI, A.; VARCO, J. J. Swine lagoon as a source of nitrogen and phosphorus for summer forage grasses. **Agronomy Journal**, Madison, v. 93, n. 5, p. 1174-1181, 2001.

AITA, C.; GIACOMINI, S.J.; HUBNER, A.P. Nitrificação do nitrogênio amoniacal de dejetos líquidos de suínos em solo sob sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n 1, p. 95-102, 2007.

ARENHARDT, M. H. **Emissões de gases de efeito estufa em resposta ao modo de aplicação de dejetos de suínos e ao uso de inibidor de nitrificação na sucessão trigo/milho em Latossolo**. Santa Maria: UFSM, 2016. 126P. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

BASSO, C. J. **Perdas de nitrogênio e fósforo com aplicação no solo de dejetos líquidos de suínos**. Santa Maria: UFSM, 2003. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Sana Maria, 2003.

CABEZAS, W. A. R. L. Comportamento dos adubos nitrogenados em clima e solo de Cerrado. In: Curso sobre aspectos básicos de fertilidade e microbiologia do solo sob plantio direto, 1, 1998, Rio verde. **Anais...** Rio Verde: Aldeia Norte, 1998. p. 78-92.

CALONEGO, J. C.; PALMA, H. N.; FOLONI, J. S. S. Adubação nitrogenada foliar com sulfato de amônio e ureia na cultura do milho. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v. 1, n. 1, p. 34-44, 2012.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do solo**. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.375-470.

CARMO, M. S. do; CRUZ, S. C. S.; SOUZA, E. J. de.; CAMPOS, L. F. C.; MACHADO, C. G. Doses e fontes de nitrogênio no desenvolvimento e produtividade da cultura de milho doce (*Zea mays convar. saccharatavar rugosa*). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 1, p. 223-231, 2012.

CERETTA, C. A.; ROCHETTE, P.; ANGERS, D. Características químicas de solo sob aplicação de esterco líquido de suínos em pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 6, p. 729-735, 2003.

CHANTIGNY, M.H.; ROCHETTE, P.; ANGERS, D.A. BITTMAN, S.; BUCKLEY, K.; MASSÉ, D.; BÉLANGER, G.; ERIKSEN-HAMEL, N. GASSER, M.O. Soil Nitrous Oxide Emissions Following Band-Incorporation of Fertilizer Nitrogen and Swine Manure. **Journal of Environmental Quality**, Québec, v. 39, n 1, p. 1545-1553, 2010.

DAMASCENO, F. **Injeção de dejetos líquidos suínos no solo e inibidor de nitrificação como estratégias para reduzir as emissões de amônia e óxido**

**nitroso**. Santa Maria: UFSM, 2010. 122p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, 2010.

FRAZÃO, J. J.; SILVA, A. R.; SILVA, V. L.; OLIVEIRA, V. A.; CORRÊA, R. S. Fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada e ureia na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, vol. 18, n. 12, p.1262-1267, 2014.

KIRCHMANN, H.; WITTER, E. Ammonia volatilization during aerobic and anaerobic decomposition. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 115, n. 1, p. 35-41, 2009.

LOVANH, N.; WARREN, J.; SISTANI, K. Determination of ammonia and greenhouse gas emissions from land application of swine slurry: A comparison of three application methods. **Bioresource Technology**, Bowling Green, v. 101, p. 1662-1667, 2010.

MARSOLA, T.; MIYAZAWA, M. Determinação espectrofotométrica da amônia volatilizada do solo. In. XIV Congreso Latino Americano de La Ciencia Del Suelo. 14. Pucon, 1999. **Anais...**, Temuco: Universidad de la Frontera, 1999.

MEIRA, F. A.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; ARF, O. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio no feijoeiro irrigado cultivado em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 4, p. 383-388, 2005.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; BLOCH, M. F. **Análise química de tecido vegetal**. IAPAR, Londrina, Circular 74, 1992, 17p.

MKHABELA, M. S.; GORDON, R.; BURTON, D.; SMITH, E.; MADANI, A. The impact of management practices and meteorological conditions on ammonia and nitrous oxide emissions following application of hog slurry to forage grass in Nova Scotia. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Winnipeg, v. 130, n. 2, p. 41-49, 2009.

MOAL, J. F.; MARTINEZ, J.; GUIZIOU, F.; COSTE, C. M. Ammonia volatilization following surface applied pig and cattle slurry in France. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 125, n. 2, p. 245-252, 1995.

OLESEN, T.; MOLDRUP, P.; HENRIKSEN, K. Modeling diffusion and reaction in soils: VI. Ion diffusion and water characteristics in organic manure-amended soil. **Soil Science**, Aalborg, v. 162, n. 1, p. 399-409, 2000.

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

PUJOL, S.B. **Emissão de amônia e dinâmica do nitrogênio no solo com parcelamento da dose e adição de inibidor de nitrificação em dejetos de suínos**. Santa Maria: UFSM, 2012. 100f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, 2012.

REYNOLDS, C. M.; WOLF, D. C.; ARMBRUSTER, J. A. Factors related to urea hydrolysis in soil. **Soil Science Society of America Journal**, Ames, v. 49, n. 1, p. 104-108, 1985.

ROCHETTE, P.; CHANTIGNY, M. H.; ANGERS, D. A.; BERTRAND, N.; CÔTÉ, D. Ammonia volatilization and soil nitrogen dynamics following fall application of pig slurry on canola crop residues. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v. 81, n. 3, p. 515-523, 2001.

RODHE, L.; ETANA, A. Performance of slurry injectors compared with band spreading on three swedish soils with ley. **Biosystems Engineering**, London, v.92,n. 4. p.107-118, 2005.

SÁNCHEZ, M.; GONZÁLEZ, J. L. The fertilizer value of pig slurry: I. Values depending on the type of operation. **Bioresource Technology**, Palencia, v. 96, n. 10, p. 1117-1123, 2005.

SANGOI, L.; SILVA, P. R. F. da; SILVA, A. A. da; ERNANI, P. R. Volatilização de N-NH<sub>3</sub> em decorrência da forma de aplicação de ureia, manejo de resíduos e tipo de solo, em laboratório. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 4, p. 687-692, 2003.

SEIDEL, E. P.; JUNIOR, A. C. G.; VANIN, J. P.; STREY, L.; SCHWANTES, D.; NACKE, H. Aplicação de dejetos de suínos na cultura do milho cultivado em sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum. Technology**, Maringá, v. 32, n. 2, p. 113-117, 2010.

SILVA. F. A. S. **Assistat**. versão 7.6 beta. Universidade Federal de Campina Grande. Paraíba, 2015.

SMITH, E. Simulated management effects on ammonia emissions from field applied manure. **Journal of Environmental Management**, Nova Scotia, v. 90, p. 2531-2536, 2009.

SOUZA, J. R. de; RIBEIRO, B. N.; ROLIM, M. V.; RAPOSO, T. P. Eficiência agrônômica de fertilizantes nitrogenados revestidos com polímeros na cultura do milho safrinha. In. XII Seminário Nacional de Milho Safrinha, 14. Dourados, 2013. 14. **Anais...** Cultura milho safrinha, 2002.

SOMMER, S. G.; CHRISTENSEN, B. T.; NIELSEN, N. E.; SCHJORRING, J. K. Ammonia volatilization during storage of cattle and pig slurry: effect of surface cover. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 121, n. 1, p. 63-71, 1993.

SOMMER, S. G.; HANSEN, M. N.; SOGAARD, H. T. Infiltration of slurry and ammonia volatilization. **Biosystems Engineering**, London, v. 88, p. 359-367, 2006.

SOMMER, S. G.; HUTCHINGS, N. J. Ammonia emission from field applied manure and its reduction: invited paper. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 15, n. 1, p. 1-15, 2001.

SOMMER, S.G.; LOCKYER, E. R.; HUTCHINGS, N. J. HANSEN, M. N. Processes controlling ammonia emissions from livestock slurry in the field. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v.19, n.4, p.465-486, 2003.

TASCA, F. A.; ERNANI, P. R.; ROGERI, D. A.; GATIBONI, L. C.; CASSOL, P. C. Volatilização de amônia do solo após aplicação de ureia convencional ou com inibidor de urease. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.35, p.493-502, 2011.

THOMPSON, R. B.; PAIN, B. F.; LOCKYER, D. R. Ammonia volatilization from cattle slurry following surface application to grassland - II: influence of application rate, wind speed and applying slurry in narrow bands. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 125, n. 1, p. 119-128, 1990.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 722p.

ZAMAN, M.; SAGGAR, S.; BLENNERHASSETT, J.D.; SINGH, J. Effect of urease and nitrification inhibitors on N transformation, gaseous emissions of ammonia and nitrous oxide, pasture yield and N uptake in grazed pasture system. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 41, n. 6, p. 1270-1280, 2009.

#### **4. CONCLUSÃO GERAL**

A adubação mineral da cultura da soja pode ser substituída pela adubação com dejetos líquidos de suínos, principalmente em solos de fertilidade alta. A adubação com  $48 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  de dejetos líquidos de suínos foi capaz de suprir a necessidade nutricional da cultura da soja conforme a produtividade obtida.

O pH do dejetos líquidos de suínos aplicado altera a quantidade de amônia volatilizada.

A aplicação do dejetos líquidos de suínos com pH natural (7,4) proporcionou perdas de amônia em torno de 46 %. Com a acidificação dos dejetos ajustando-se o pH em torno de 3 a 5 houve as perdas de N por volatilização em torno de 5 %.