

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS FRANCISCO BELTRÃO
ENGENHARIA AMBIENTAL

ANDRÉ BRESSIANI MACHADO
EZEQUIEL RAGIEVICZ NASCIMENTO

**AVALIAÇÃO DA ÁGUA DE ESCOAMENTO EM PASTAGEM DE
SORGO FORRAGEIRO COM DIFERENTES DOSES DE DEJETO
LÍQUIDO DE SUÍNO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

FRANCISCO BELTRÃO

2014

ANDRÉ BRESSIANI MACHADO
EZEQUIEL RAGIEVICZ NASCIMENTO

**AVALIAÇÃO DA ÁGUA DE ESCOAMENTO EM PASTAGEM DE
SORGO FORRAGEIRO COM DIFERENTES DOSES DE DEJETO
LÍQUIDO DE SUÍNO**

Projeto de pesquisa realizado como requisito para a avaliação da disciplina TCC 2 do curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus de Francisco Beltrão.

Orientador: Dr. Hernan Vielmo
Co-orientador: Dr. Henrique Cesar Almeida
Co-orientador: Msc. Wagner de Aguiar

FRANCISCO BELTRÃO

2014



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Francisco Beltrão

Curso de Engenharia Ambiental



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC - 2

Avaliação da água de escoamento em pastagem de sorgo forrageiro com diferentes doses de dejetos líquidos de suíno.

Por

André Bressiani Machado

Monografia apresentada às **15:00 horas, do dia 27 de fevereiro de 2014** como requisito parcial para obtenção do título de **ENGENHEIRO AMBIENTAL**, Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Francisco Beltrão. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho **APROVADO**.

Banca examinadora:

Prof. Dr. HENRIQUE C. ALMEIDA

UTFPR convidado

Prof. Dr. HERNAN VIELMO

UTFPR Orientador

Prof. MsC. WAGNER DE AGUIAR

UTFPR convidado

Prof. Dr. Juan Carlos Pokrywiecki

Coordenador do TCC-2

A cópia original encontra-se assinada na coordenação de Engenharia Ambiental



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Francisco Beltrão

Curso de Engenharia Ambiental



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC - 2

Avaliação da água de escoamento em pastagem de sorgo forrageiro com diferentes doses de dejetos líquidos de suíno.

Por

Ezequiel Ragievicz Nascimento

Monografia apresentada às **15:00 horas, do dia 27 de fevereiro de 2014** como requisito parcial para obtenção do título de **ENGENHEIRO AMBIENTAL**, Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Francisco Beltrão. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho **APROVADO**.

Banca examinadora:

Prof. Dr. HENRIQUE C. ALMEIDA

UTFPR convidado

Prof. Dr. HERNAN VIELMO

UTFPR Orientador

Prof. MsC. WAGNER DE AGUIAR

UTFPR convidado

Prof. Dr. Juan Carlos Pokrywiecki

Coordenador do TCC-2

A cópia original encontra-se assinada na coordenação de Engenharia Ambiental

AGRADECIMENTOS

André Bressiani Machado

A Deus e Nossa Senhora Aparecida, pela minha existência, proteção, força para enfrentar todas as dificuldades e por estarem sempre ao meu lado.

Aos meus pais Jairo K. Machado e Maria S. B. Machado, que me deram apoio e me incentivaram nesta caminhada, ajudando-me a vencer todas as dificuldades, ensinando-me o caminho correto a seguir, sempre munidos de compreensão educação e amor durante toda a minha vida, dando-me apoio nos momentos mais delicados, os quais serei eternamente grato.

Ao meu irmão Adriano B. Machado pelo apoio na condução do experimento e pelo incentivo durante todo esse tempo.

Aos meus irmãos Luiz Henrique B. Machado, Elizandro K. Machado e demais familiares que sempre me ajudaram, e estiveram ao meu lado, sempre me apoiando e incentivando, agradeço de coração.

Ao meu orientador Professor Dr. Hernan Vielmo, primeiramente por aceitar o convite para orientação, a todo o auxílio na condução do projeto, experimento e na edição deste trabalho, mas acima de tudo pela nossa amizade e companheirismo.

Aos meus co-orientadores Dr. Henrique Cesar Almeida e Msc. Wagner de Aguiar, os quais tive a oportunidade de sê-los aluno de graduação. Agradeço pelo incentivo, dedicação e pelo auxílio principalmente no Trabalho de Conclusão de Curso.

A UTFPR por possuir excelentes professores, oferecendo ensino de qualidade e disponibilização de toda a sua estrutura.

Aos meus colegas de turma, o qual passamos momentos felizes e tristes, principalmente ao Ezequiel, Renan, Leoberto, Josemarque, Jorge, Franciele, Beatriz, Diandra, Nariete, Fernanada, Gustavo, Adriana e Luciana.

Ao meu colega de graduação Ezequiel R. Nascimento, o qual desenvolvemos juntos o Trabalho de Conclusão de Curso. Agradeço pelo companheirismo, apoiou nas horas difíceis e pela amizade, onde foi possível trabalharmos juntos desde o início do curso.

Aos demais professores do Curso de Engenharia Ambiental da UTFPR, em especial a coordenadora do curso Prf. Dr. Cláudia E. C. Bravo e Prof. Dr. Elizete Guimarães, pela amizade, incentivo e orientações ao longo do curso.

AGRADECIMENTOS

Ezequiel Ragievicz Nascimento

Agradeço primeiramente a Deus, pela vida, por estar sempre no meu caminho, por ter me dado força e coragem nos momentos mais difíceis, me guiando sempre nas escolhas certas.

A minha mãe Rosane Ragievicz que foi a base de tudo para mim, apoiando-me nos momentos difíceis com força, confiança, amor, ensinando-me a persistir nos meus objetivos e ajudando a alcança-los sempre, sem palavras o sentimento que tenho por você mãe.

A minha vó Otilia Ragievicz e a meu vô Pedro Ragievicz por ter me educado da melhor forma possível e ensinando-me ao longo da minha vida a fazer o bem, figuras de grande importância em minha vida, amor sem limites.

A minha irmã Aline Ragievicz por ser a pessoa mais chata e ao mesmo tempo essencial em minha vida, agradeço por sempre querer o meu bem, te amo “garaia”.

Agradeço a todos os meus familiares que sempre acreditaram em mim.

A todos os meus colegas de classe pelos momentos agradáveis vividos e pelo grande elo de amizade formado durante o curso, principalmente a turma do fundão, galera show.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná por oferecer uma estrutura e a excelentes professores os quais foram de fundamental importância em minha formação.

Aos Professores Dr. Henrique César de Almeida e ao Msc. Wagner de Aguiar por serem nossos co-orientadores durante a execução deste trabalho, mas principalmente e em especial ao professor orientador Dr. Hernan Vielmo, primeiramente por ter aceitado o convite de orientação, sendo muito mais que fundamental na sua execução deste trabalho, sendo muito mais que um professor, se tornando um grande amigo, amizade essa que levaremos para sempre.

E ao meu grande amigo de graduação André B. Machado, no qual trabalhamos juntos na realização do Trabalho de Conclusão de Curso. Agradeço pelo companheirismo, pelo incentivo em momentos cruciais durante a execução do trabalho, mas principalmente pela amizade que construímos durante a graduação, essa que com certeza irá perdurar para sempre.

EPÍGRAFE

“Quem conhece os outros é inteligente, mas quem conhece a si mesmo é iluminado. Quem vence os outros é forte, mas quem vence a si mesmo é invencível”.

Lao Tse

RESUMO

Diante dos problemas ambientais, principalmente os relacionados à qualidade e a disponibilidade dos recursos hídricos observados atualmente, vem despertando uma grande preocupação na sociedade, principalmente em relação aos processos produtivos. Diante disto a agricultura a partir da mudança para um estilo de produção intensiva, passou a ser vista como atividade potencialmente poluidora, onde a suinocultura, destaca-se com elevada importância, por ser a principal fonte de proteína animal consumida mundialmente. No entanto, como consequência desta atividade, a geração de dejetos tem sido intensificada, e consequentemente a preocupação com a sua aplicabilidade e destinação, devido aos crescentes impactos que esses dejetos vem causando, principalmente em virtude do Nitrogênio e do Fósforo presentes nos dejetos serem os principais contribuintes da eutrofização dos recursos hídricos. Nesse contexto, o presente estudo objetiva avaliar a aplicação do dejetos líquido de suínos (DSL) como única fonte de nutrientes na adubação de cobertura em pastagem de Sorgo forrageiro, com relação as perdas de água por escoamento superficial, a quantidade Nitrogênio total (N total) presentes na mesma e a produção em Massa Verde (MV) e Massa Seca (MS). Os eventos pluviométricos se deram por chuvas naturais e irrigadas. O estudo foi do tipo experimental, desenvolvido a partir de parcelas com Delineamento em Blocos ao Acaso, utilizando quatro tratamentos com quatro repetições, sendo nas doses de DSL (0, 40, 80 e 160 m³.ha⁻¹) correspondendo à (0, 3, 6 e 12 Kg.ha⁻¹ de N total) respectivamente. A aplicação de DSL na pastagem foi realizada 20 dias após emergência, sendo quantificado as perdas de água por escoamento superficial por meio da instalação de calhas coletoras em cada parcela e quantificadas as concentrações de N total presentes nesta por meio de análises químicas da água de escoamento. As perdas de N total foram muito baixas, sendo influenciadas diretamente pela quantidade de N aplicado por meio do DSL, onde as maiores perdas tanto de N total como de água por escoamento superficial foram na maior dose (160 m³.ha⁻¹ de DSL, equivalente a 12 Kg.ha⁻¹ de N total), correspondendo a perdas de 0,35 Kg.ha⁻¹ de N total, sendo esta insignificante a ponto de contaminação dos recursos hídricos. A produção em (MV) e (MS) foram significativas, tendo resposta positiva a adubação de acordo com a dose, mesmo com baixas concentrações de nitrogênio. Os diferentes eventos pluviométricos não possuíram reflexos significativos nas perdas de N total, provavelmente pela baixa concentração elemento no DSL aplicado.

Palavras-chave: Dejetos Líquidos de Suínos. Escoamento Superficial. Perdas de Nitrogênio total. Pastagem de Sorgo Forrageiro.

ABSTRACT

Given the environmental problems mainly related to the quality and availability of water resources currently observed, has aroused great concern in society, especially in relation to production processes. Given this agriculture from the change to a style of intensive production, now seen as potentially polluting activity, where the swine, stands out with high importance for being the main source of animal protein consumed worldwide. However, as a result of this activity, the generation of waste has been intensified, and consequently the concern about its applicability and destination, due to the increasing impact that such waste has caused mainly by virtue of Nitrogen and Phosphorus are the main contributors of eutrophication of water resources. In this context, this study aims to evaluate the application of pig slurry (DSL) as the sole source of nutrients in topdressing pastures, forage sorghum, relative water losses by runoff, the amount the total nitrogen (N total) in the same and production in Green Mass (MV) and Dry Mass (MS). Rainfall events are given by natural rainfall and irrigated. The study was experimental type, developed from plots with complete block doth using four treatments with four replications, with DSL doses (0, 40, 80 and 160 m³. há⁻¹) corresponding to (0, 3, 6 and 12 kg ha⁻¹ of total N) respectively. The use of DSL in the pasture was held 20 days after emergence, with quantified water losses by runoff through the installation of sewer gutters in each plot and measured the concentrations of total N present in this by chemical analyzes of water runoff. The losses of total N were very low, being directly influenced by the amount of N applied through DSL, where the greatest losses of both total nitrogen as water runoff were at the highest dose (160 m³.ha⁻¹ of DSL, equivalent to 12 kg ha⁻¹ of total N), corresponding to losses of 0.35 kg ha⁻¹ total N, which is insignificant for the contamination of water resources. The production (MV) and (MS) were significant, and positive response to fertilization according to the dose, even at low concentrations of nitrogen. The different rainfall events did not possess significant effects on total N losses, probably due to low concentration element in DSL applied.

Keywords: pig slurry. Surface runoff. Nitrogen losses total. Grazing Sorghum Forrageiro.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Produção mundial de carne suína.....	15
Figura 2: Participação dos Estados Brasileiros na produção de suínos.....	17
Figura 3: Coleta e agitação do DSL na esterqueira.....	30
Figura 4: Croqui do Campo Experimental. Sítio São Luiz, Nova Prata do Iguaçu – PR, 2013.....	31
Figura 5: Parcelas experimentais (esquerda) e calha coletora (direita) no Campo Experimental. Sítio São Luiz, Nova Prata do Iguaçu – PR, 2013.....	32
Figura 6: Aplicação do DSL (esquerda) e parcela após aplicação (direita). Campo Experimental. Sítio São Luiz, Nova Prata do Iguaçu – PR, 2013.....	33
Figura 7: Precipitação pluviométrica e irrigação durante o período experimental, Sítio São Luiz, Nova Prata do Iguaçu – PR, 2013.....	36
Figura 8: Gráfico da produção de MV e MS com suas respectivas equações de Regressão Linear, onde QN: Quantidade de N aplicado via DSL.....	38
Figura 9: Perdas de Água por Escoamento Superficial nas doses de DSL e nos diferentes eventos pluviométricos, sendo DAA (dias após aplicação de DSL).....	41
Figura 10: Perdas de N total aos 5 dias após aplicação (5 DAA), Perdas de N total aos 10 dias após aplicação (10 DAA), Perdas de N total aos 20 dias após aplicação (20 DAA), Perdas de N total aos 22 dias após aplicação (22 DAA), Perdas de N total aos 30 dias após aplicação (30 DAA), Comportamento das perdas de N total em relação aos eventos e a quantidade de N total aplicado via DSL (A). Sendo PN (Perdas de nitrogênio) e QN (Quantidade de nitrogênio aplicado via DSL)	43
Figura 11: Relação entre as concentrações de N total aplicado e N total perdido por escoamento superficial.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Rebanho brasileiro entre os anos de 2006 à 2011.....	16
Tabela 2: Produção de dejetos suínos em diferentes categorias de maturação.....	18
Tabela 3: Parâmetros de DSL Bruto em relação a suas características Físico-Químicas.....	19
Tabela 4: Sistema de aplicação de dejetos suínos como fertilizantes.....	23
Tabela 5: Recomendação de nitrogênio para a cultura de sorgo.....	26
Tabela 6: Atributos químicos de Nitossolo vermelho Distroférico presente na área do experimento. Sítio São Luiz, 2013.....	29
Tabela 7: Concentração de N total no DSL e em cada dose de DSL aplicado.....	32
Tabela 8: Precipitações pluviométricas ocorridas no período de avaliação.....	37
Tabela 9: Análise de Variância para a produção de M.V.....	37
Tabela 10: Análise de Variância para a produção de M.S.....	38
Tabela 11: Análise de Variância para as Perdas de Nitrogênio Total.....	42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3.1 PRODUÇÃO DE SUÍNOS.....	15
3.2 DEJETOS SUÍNOS.....	17
3.2.1 Quantidade.....	18
3.2.2 Qualidade.....	18
3.3 IMPACTOS AO MEIO AMBIENTE.....	19
3.4 NITROGÊNIO.....	21
3.5 APLICAÇÃO COMO FERTILIZANTE.....	22
3.6 ESCOAMENTO SUPERFICIAL.....	24
3.7 PASTAGEM DE SORGO.....	25
3.8 LEGISLAÇÃO.....	26
4 MATERIAIS E MÉTODOS	28
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL.....	28
4.2 CARACTERIZAÇÃO DO CLIMA.....	28
4.3 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO.....	28
4.4 CARACTERIZAÇÃO DO DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNO.....	28
4.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL, TRATAMENTOS E TRATOS CULTURAIS.....	30
4.6 DETERMINAÇÕES.....	33
4.6.1 Precipitações.....	33
4.6.2 Perdas de água via escoamento superficial.....	34
4.6.3 Perdas de nitrogênio total na água de escoamento superficial.....	34
4.6.4 Produtividade em massa verde e massa seca.....	34
4.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	35
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
5.1 PRECIPITAÇÕES.....	36
5.2 DETERMINAÇÃO DO RENDIMENTO DE MASSA VERDE E MASSA SECA.....	37
5.3 PERDAS DE ÁGUA POR ESCORRIMENTO SUPERFICIAL.....	40
5.4 PERDAS DE NITROGÊNIO TOTAL VIA ESCOAMENTO SUPERFICIAL.....	42
6 CONCLUSÃO	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com as questões ambientais está cada vez mais fortalecida na sociedade moderna, visto que o desenvolvimento acelerado da humanidade vem interferindo constantemente no meio ambiente, sendo seus reflexos sentidos principalmente na contaminação das águas superficiais e subterrâneas, na compactação e erosão dos solos, na poluição atmosférica, nos impactos a flora e fauna e a degradação da paisagem natural.

Nesse contexto a agricultura é vista como uma das principais atividades causadoras de danos ambientais devido a diversidade de produtos utilizados, além das práticas empregadas para obtenção de maior produtividade e agilidade nos processos produtivos, sendo que grande quantidade dos elementos aplicados nos cultivos podem ser carregados para os cursos de água por meio dos eventos de chuvas, podendo também acumular-se no solo ou lixiviar para lençóis subterrâneos. Assim sendo, as consequências de maior destaque em relação à presença de substâncias e elementos nocivos ao ambiente são principalmente a eutrofização dos cursos de água, a contaminação do solo pelo excesso de nutrientes, e até mesmo os riscos oferecidos ao ser humano.

A suinocultura juntamente com a avicultura e a bovinocultura, é de grande importância econômica para os pequenos produtores agrícolas, pois garantem emprego e fonte de renda para famílias, principalmente na região sul do Brasil, onde a pequena propriedade rural é predominante, muitas das quais possuem uma topografia bastante acidentada, dificultando a distribuição mecanizada dos dejetos, fazendo com que sejam dispostos em pequenas áreas das propriedades, facilitando ainda mais os riscos de contaminação ambiental (BASSO, 2003).

Os métodos de criação empregados no momento são de maneira intensiva, geralmente em ambientes fechados e confinados a uma alimentação balanceada, proporcionando maior ganho de peso em um menor período de tempo, sendo assim, pode-se produzir com um maior número de animais em áreas reduzidas. Como consequência disso, ocorre aumento na geração de dejetos e consequente preocupação com sua aplicabilidade e destinação, devido aos crescentes impactos causados, os quais em décadas anteriores essa preocupação não era justificada, pois a quantidade de dejetos gerados podia ser absorvida pelos solos como fonte de nutrientes e, até mesmo depurados naturalmente pelos cursos de água, devido serem produzidos em menores quantidades.

Levando em consideração que a principal forma de destinação final desses dejetos é a sua aplicação como fertilizante natural na agricultura, o qual possui fundamental importância no aumento dos nutrientes do solo, elevação nos teores de matéria orgânica e consequente aumento de produção. Por outro lado sua presença pode interferir negativamente nas características físicas, químicas e biológicas do meio, pois encontra-se no dejetos líquido de suíno (DSL) altas concentrações de nitrogênio e fósforo que são elementos potenciais de contaminação dos recursos hídricos, tendo como principal forma de contaminação o escoamento superficial,

Para Kuns, Higarashi e Oliveira (2005) o manejo inadequado dos resíduos da suinocultura tais como, o vazamento de esterqueiras, aplicação excessiva no solo, entre outros, podem causar a poluição dos cursos de água e consequente eutrofização, contaminação de lençóis subterrâneos, aumento da concentração do íon nitrato, excesso de nutrientes no solo e contaminação do ar pelas emissões gasosas.

Segundo os mesmos autores, com o passar do tempo buscou-se alternativas capazes de diminuir os efeitos negativos causados pelos dejetos de suínos, onde no Brasil, a forma mais usual de manejo de dejetos é o armazenamento em esterqueiras ou em lagoas para posterior aplicação no solo como fertilizante orgânico.

A implementação dos dejetos de suínos como fertilizantes nas lavouras de grãos e pastagens é uma alternativa ambientalmente viável para o descarte do resíduo, mas por outro lado, torna-se difícil a obtenção de padrões para as aplicações, devido à variação das características desses dejetos.

No presente estudo, avaliou-se o comportamento dos DSL aplicados como fertilizante orgânico, sendo única fonte de nitrogênio na adubação de cobertura em pastagem de sorgo, onde trabalhou-se com diferentes dosagens, aplicadas em parcelas experimentais, determinando a perda de nitrogênio e água por escoamento superficial, produção de Massa Verde (MV) e Massa Seca (MS), de acordo com diferentes eventos pluviométricos.

2 OBEJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Determinar o efeito de diferentes doses de dejetos líquidos de suínos (DSL), aplicadas em pastagem de sorgo forrageiro, na produção de matéria seca e na qualidade da água de escoamento superficial em relação à presença de nitrogênio total.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar o potencial produtivo de massa seca da pastagem.
- Verificar o efeito das precipitações pluviométricas no escoamento superficial.
- Verificar o efeito dos tratamentos nas perdas de água por escoamento superficial.
- Verificar o efeito dos tratamentos nas perdas de N total via escoamento superficial.
- Verificar o potencial poluidor das águas de escoamento com diferentes doses de N.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 PRODUÇÃO DE SUÍNOS

A carne suína atualmente é a mais consumida no mundo, chegando a uma produção de aproximadamente 104,4 milhões de toneladas no ano de 2012, destacando principalmente a China, como maior produtor mundial, com cerca de 51,4 milhões de toneladas, seguido da União Europeia, (considerando 27 países) com produção de 22,7 milhões de toneladas, e ainda os Estados Unidos da América com produção total de 10,6 milhões de toneladas de carne suína. Nesse contexto o Brasil aparece em quarto lugar com produção de aproximadamente 3,2 milhões de toneladas conforme dados da (USDA, 2013), apresentados na Figura 1.

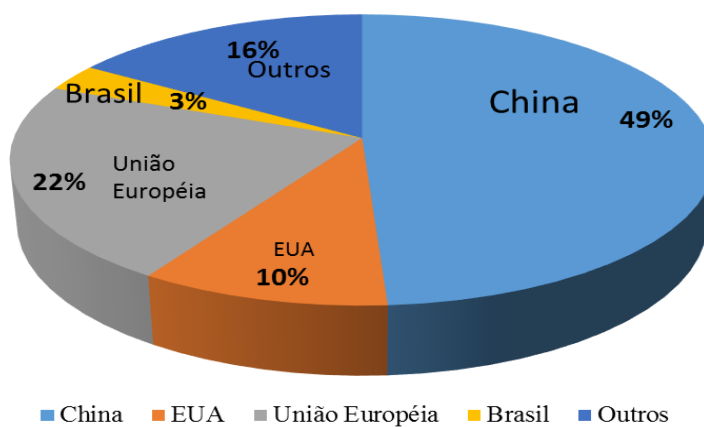


Figura 1: Produção mundial de carne suína.
Fonte: (USDA 2013), elaborado pelos autores.

A suinocultura brasileira teve crescimento significativo em relação à cadeia produtiva no agronegócio nacional, evidenciando os fatores econômicos e sociais, principalmente devido ao volume de exportações da carne suína, o que fez o país ter grande participação no mercado mundial, além disso, a empregabilidade agregada a todas as etapas da atividade suinocultora, promovendo empregos diretos e indiretos, entre outros, tornando a atividade mais competitiva e econômica no mercado (GONÇALVES; PALMEIRA, 2006).

Os métodos de criação de suínos no Brasil são praticados por sistemas de integração ou independente, sendo que o sistema de integração é o mais utilizado,

representando cerca de 75% do sistema praticado na suinocultura nacional, no qual o produtor adquire da agroindústria os animais, os insumos e orientação técnica, recebendo o pagamento no momento da entrega dos animais ao frigorífico, garantindo ao produtor um mercado seguro. Já o sistema independente representa cerca de 25% da produção total do país, onde nesse caso os produtores efetuam todas as etapas de criação, ou seja, desde o nascimento dos animais até o abate, porém o grande problema é nos momentos de grande oferta do produto no mercado, podendo assim trazer prejuízos aos produtores devido aos baixos preços ofertados (SEAB, 2013).

O rebanho de suínos brasileiro é constituído por cerca de 39,3 milhões de cabeças, sendo o estado de Santa Catarina, de acordo com a tabela 1, o estado com maior rebanho nacional para o ano de 2011, seguido pelos estados do Rio Grande do Sul, Paraná e Minas Gerais.

Tabela 1: Rebanho brasileiro entre os anos de 2006 à 2011.

Ano	Brasil	Paraná	Santa Catarina	Rio Grande do Sul	Minas Gerais	Outros
2006	35.173.824	4.486.035	7.158.596	4.339.484	3.870.593	15.319.116
2007	35.945.015	4.735.956	7.156.013	5.197.008	4.199.138	14.656.900
2008	36.819.017	4.631.600	7.846.398	5.320.252	4.322.910	14.697.857
2009	38.045.454	5.105.005	7.988.663	5.344.318	4.639.825	14.967.643
2010	38.956.758	5.096.224	7.817.536	5.729.710	5.021.973	15.291.315
2011	39.306.718	5.448.536	7.968.116	5.677.515	5.014.334	15.198.217

Fonte: (SEAB, 2013).

A quantidade de suínos abatidos no Brasil é de aproximadamente 34,9 milhões de cabeças anualmente. Sendo que os estados do sul do país (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul) representam juntos cerca de 66% do total nacional de acordo com os dados da figura 2 (SEAB, 2013).

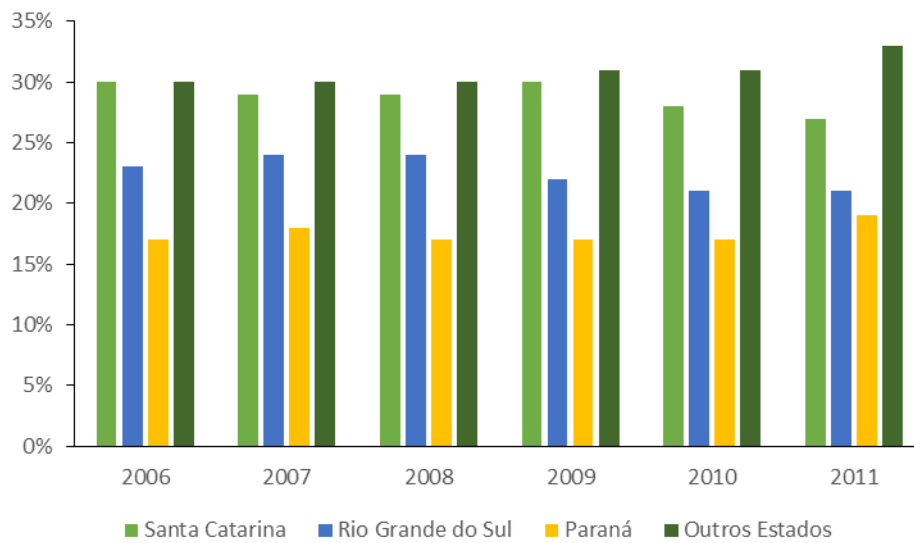


Figura 2: Participação dos Estados Brasileiros na produção de suínos.

Fonte: (SEAB, 2013), elaborado pelos autores.

A suinocultura foi um dos setores do agronegócio brasileiro que mais cresceu nas últimas décadas, principalmente em relação aos indicadores sociais e econômicos onde, mais de 730 mil pessoas dependem diretamente da suinocultura, sendo essa atividade responsável pela renda de mais de 2,7 milhões de pessoas (GONÇALVES; PALMEIRA, 2006).

O estado do Paraná apresentou um aumento de 22,2 % no ano de 2011 em relação a 2010, onde foram abatidos cerca de 6,6 milhões de suínos no ano de 2011, fazendo da suinocultura uma das principais atividades da pecuária paranaense, chegando a representar cerca de 5,3% do Valor Bruto da Produção paranaense (SEAB, 2013).

3.2 DEJETOS SUÍNOS

Os dejetos suínos podem apresentar características muito variadas de acordo com os sistemas e métodos de manejo dos animais, os quais segundo Diesel, Miranda e Perdomo (2002), essa variação ocorre principalmente de acordo com a idade dos animais, presença de urina, água desperdiçada pelos bebedouros e de higienização, resíduos de ração, pêlos, poeiras entre outros decorrentes da criação.

Ainda de acordo com os mesmos autores pode-se encontrar nos dejetos líquidos de suínos (DSL) matéria orgânica, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, sódio, magnésio, manganês, ferro, zinco, cobre e outros elementos incluídos nas dietas dos animais.

De acordo com a Resolução SEMA n° 031 de 24 de agosto de 1998, suínos com peso variando de 25 a 100 kg, tem a capacidade de produzir um volume estimado de 7 litros/suíno/dia de dejetos, os quais segundo (OLIVEIRA, 1993), onde analisou-se as características de dejetos de suínos em unidade de crescimento e terminação, variando de 25 a 100 kg por animal, tem-se que para os parâmetros matéria seca e nitrogênio total, valores de 8,99% e 0,60% respectivamente.

3.2.1 QUANTIDADE

Segundo a Resolução SEMA n° 031 de 24 de agosto de 1998, a quantidade de dejetos produzida varia de acordo com a categoria dos animais, tipo de alimentação, quantidade de água e tipo de manejo adotado. Na tabela 2 está sendo apresentado a quantificação dos dejetos em cada fase dos animais.

Tabela 2: Produção de dejetos suínos em diferentes categorias de maturação.

Categoria	Esterco Kg.dia ⁻¹	Esterco + Urina Kg.dia ⁻¹	Dejetos Líquidos L.dia ⁻¹
25-100 kg	2,30	4,90	7,00
Porcas de reposição, cobrição e gestante	3,60	11,00	16,00
Porca em lactação com gestantes	6,40	18,00	27,00
Macho	3,00	6,00	9,00
Leitões	0,35	0,95	1,40
Média	2,35	5,80	8,60

Fonte: (Resolução SEMA n° 031 de 24 de agosto de 1998).

3.2.2 QUALIDADE

De acordo com a Resolução SEMA n° 031 de 24 de agosto de 1998, a qualidade dos DSL variam com a quantidade de água consumida, tipo de alimentação e idade dos

animais. Na tabela 3 estão apresentadas as características físico-químicas com valores mínimo, máximo e média, de parâmetros de dejetos bruto de suínos.

Tabela 3: Parâmetros de DSL Bruto em relação as suas características Físico-Químicas.

Parâmetros	Mínimo	Máximo	Média
pH	6,5	9,0	7,75
DBO (mg/l)	5.000	15.500	10.250
DQO (mg/l)	12.500	38.750	25.625
Sólidos Totais (mg/l)	12.697	49.432	22.399
Sólidos Voláteis (mg/l)	8.429	39.024	16.389
Sólidos Fixos (mg/l)	4.268	10.408	6.010
Sólidos Sedimentáveis (mg/l)	220	850	429
NTK (mg/l)	1.660	3.710	2.374
Pt	320	1.180	578
Kc	260	1.140	536

Fonte: (Resolução SEMA n° 031 de 24 de agosto de 1998).

3.3 IMPACTOS AO MEIO AMBIENTE PROVOCADOS PELA SUINOCULTURA

O uso de DSL na agricultura possui muitas vantagens, porém sua utilização de maneira inadequada pode trazer riscos como: contaminação microbiológica do lençol freático, acumulação de elementos tóxicos, desequilíbrio de nutrientes e impermeabilização do solo (SEGANFREDO, 2000).

O fator que mais preocupa é o lançamento direto do esterco de suínos nos cursos de água sem o devido tratamento, pois estes levam a desequilíbrios ecológicos e poluição dos recursos hídricos em função da redução do teor de oxigênio dissolvido na água, disseminação de patógenos, contaminação das águas potáveis com amônia, nitratos e outros elementos tóxicos, sendo que os principais constituintes dos dejetos suínos que afetam as águas superficiais são matéria orgânica, nutrientes, bactérias fecais e sedimentos (DIESEL; MIRANDA; PERDOMO, 2002).

De acordo com Pereira, Maia e Camilot (2008), a produção de dejetos decorrentes da suinocultura tem seus efeitos sobre o solo relacionados diretamente com a quantidade de esterco líquido depositado ou aplicado sobre este, alterando a capacidade de filtração e retenção de nutrientes, principalmente pela presença de nitrogênio e fósforo que são

responsáveis pelos efeitos negativos sobre os cursos de água, além das influências sobre a fauna e a flora, as quais podem contribuir para o desaparecimento de espécies animais e vegetais.

Nesse contexto pode-se destacar também os efeitos sobre o ar em decorrência da emissão de gases tóxicos, poluentes e odores desagradáveis ao bem-estar humano e animal, ocorrido devido à evaporação dos compostos voláteis, sendo os contaminantes do ar mais comuns nos dejetos: amônia, metano, ácidos graxos voláteis, H_2S , N_2O , etanol, propanol, dimetil sulfídeo e carbono sulfídeo (DIESEL; MIRANDA; PERDOMO, 2002).

O nitrogênio presente nos dejetos de suínos tem sido apontado como um elemento de alto potencial poluidor, devido o mesmo estar presente em grande quantidade nos DSL e possuir uma grande mobilidade no solo, sendo estimado pela volatilização de amônia ($N-NH_3$), pelo escoamento superficial, pela lixiviação de nitrato e por desnitrificação (BASSO, 2003). Em razão disso, (PELES, 2007) ressalta a importância em entender os mecanismos e as formas de saída da água e sedimentos das lavouras por meio do escoamento superficial, em decorrência do impacto que este fenômeno vem causando ao ambiente.

Devido à grande mobilidade do nitrogênio na forma de nitrato, a utilização dos DSL na agricultura pode apresentar impactos negativos principalmente os relacionados à eutrofização dos mananciais superficiais ou subterrâneos (GOMES et al., 2008).

Quando à presença desses elementos em altas quantidades nos cursos de água ocorre um aumento da população de algas, as quais impedem a luz solar de penetrar nos corpos de água, diminuindo assim o processo de fotossíntese e conseqüentemente o O_2 , que quando em baixas concentrações proporciona a atividade de bactérias anaeróbias, as quais produzem elementos tóxicos a partir da degradação dos nutrientes e matéria orgânica, causando deterioração da qualidade dos mananciais (ROCHA; ROSA; CARDOSO, 2009).

A ingestão de nitrato tem grande potencial de provocar principalmente distúrbios orgânicos em animais, pois no organismo, o nitrato (NO_3^-), quando ingerido em excesso com os alimentos, pode ser reduzido para nitrito (NO_2^-), entrando na corrente sanguínea, onde oxida o ferro ($Fe^{2+} \Rightarrow Fe^{3+}$) da hemoglobina, produzindo a metahemoglobina, a qual nesta forma de hemoglobina é inativa e incapaz de transportar o O_2 para as células dos tecidos, causando a chamada metahemoglobinemia. O nitrito também pode ser cancerígeno ou até mesmo mutagênico quando combinado com aminas (GOMES et al., 2008). Do mesmo modo (SEGANFREDO, 2007) também confirma esse poder do DSL em algumas formas de oxidação.

Em estudo realizado por (SANTOS, 2010) para avaliar o impacto ambiental da aplicação de dejetos líquidos de suínos em Argissolo Vermelho Distrófico e Nitossolo Vermelho Distrófico aplicou-se doses de 0, 25, 50 e 100 m³ de dejetos provenientes de sistemas de criação “creche” e “terminação”. O maior risco de contaminação por coliformes totais e *Escherichia coli* foi obtido na utilização de dejetos de sistema “creche” no Argissolo. Já os dejetos provenientes de sistema de criação “terminação” apresentaram maiores riscos de contaminação ambiental pela presença de N-NO₃⁻ + N-NO₂⁻, tanto para o Argissolo quanto para o Nitossolo, sendo encontrados maiores concentrações desses elementos aos 19 dias após aplicação.

Para Filho et al. (2007), a falta de planejamento e de políticas adequadas sustentáveis em relação à suinocultura na região sul do Brasil nos últimos anos acarretou em uma crescente poluição ambiental.

3.4 NITROGÊNIO

O nitrogênio é o elemento que as plantas necessitam em maior quantidade, sendo absorvido em maiores proporções pelas raízes na forma de nitrato, o qual é resultado do processo de mineralização, onde o nitrogênio orgânico é transformado em nitrato, o qual é possível de ser absorvido pelas raízes. O efeito externo do nitrogênio mais visível é a vegetação verde e abundante, mas quando em excesso pode ser prejudicial, pois causa o acamamento e o tombamento das plantas (MALAVOLTA, 1989).

O nitrogênio é o constituinte de vários compostos em plantas, destacando-se os aminoácidos, ácidos nucleicos e clorofila, sendo assim as principais reações bioquímicas ocorridas em plantas e microrganismos envolvem a presença do nitrogênio. Nesse sentido, o ciclo do N é de grande importância no ponto de vista agrícola, pois no solo esta predominantemente na forma orgânica, com mais de 95% do N total, e na forma inorgânica apresenta-se principalmente por NH₄⁺ e NO₃⁻, podendo ocorrer em pequenas concentrações de NO₂⁻, sendo ainda em menores proporções em N₂. A maior parte do nitrogênio do solo é proveniente do ar por disposições atmosféricas de formas combinadas (NH₄⁺, NO₃⁻, NO₂⁻) e da fixação biológica de N₂ (NOVAIS et al., 2007).

Para (BASSO et al., 2005), a falta de sincronismo entre a disponibilidade de N proveniente do dejetos e a demanda da cultura, é um problema que preocupa com relação ao uso do dejetos, porque cerca de 50% do N total do dejetos está na forma mineral.

Os dejetos de suínos são uma importante fonte de nitrogênio as plantas, pois a incorporação da urina com as fezes exerce um acréscimo na porcentagem desse elemento no dejetos final tornando-o mais nutritivo para as plantas, visto que o solo muitas vezes não possui quantidade de nitrogênio suficiente para atender as demandas das culturas. Entre os macronutrientes presentes no dejetos, o nitrogênio é o elemento de mais difícil manejo no solo, pois quando aplicado está sujeito a diversas transformações (BASSO, 2003).

O nitrogênio é um dos elementos mais abundantes na natureza, constituindo cerca de 78% dos gases presentes na atmosfera, sendo o principal elemento das moléculas das proteínas, tornando-se base de toda a vida e, sua falta nos ambientes agrícolas podem causar drásticas reduções de produtividade e qualidade dos produtos. Na atmosfera encontra-se a maior reserva de nitrogênio, onde os principais processos de transferência do N para o solo são a fixação industrial (como adubos) e a fixação biológica natural (GOMES et al., 2008).

Além de ser absorvido pelas plantas, o nitrogênio é perdido do solo por erosão, lixiviação e volatilização, sendo pela erosão a forma em que o nitrogênio é removido do solo em maior quantidade, devido sua concentração nas camadas mais superficiais do solo, onde o processo de erosão atua. A quantidade de nitrogênio perdido através da erosão varia muito com o tipo de solo, topografia e condições climáticas (COELHO, 1973).

3.5 APLICAÇÃO COMO FERTILIZANTE

Os efluentes oriundos da suinocultura são recomendados por Bolzani, Oliveira e Lautenshlager (2012) na utilização como fertilizantes na agricultura, porém é necessária uma combinação entre os princípios da Ciência do Solo, Saúde Pública e Hidrologia.

A utilização das águas residuárias de suinocultura como fertilizantes em lavouras tornou-se uma prática rotineira e muitas vezes, única fonte de nutrientes as culturas, pois essa prática pode amenizar os custos de produção, e conseqüentemente aumento dos lucros em pequenas propriedades (MAGGI et al., 2011).

A geração de resíduos tem-se intensificado nos processos industriais, nos centros urbanos, na criação de animais confinados, entre outros possíveis de geração de resíduos,

lixos, dejetos entre outros, os quais segundo (TEDESCO et al., 2004) todos esses produtos apresentam significativo valor fertilizante que podem ser empregados como fonte de nutrientes para as plantas, contribuindo também para a agregação do solo, melhorando a estrutura, a aeração, a drenagem e a capacidade de armazenamento de água, mas desde que sua aplicação no solo seja feita de acordo com as normas vigentes, visando a preservação da qualidade do solo e dos mananciais.

Além disso, o mesmo autor também afirma que a reciclagem dos nutrientes contidos nos esterco, lodos e resíduos agroindustriais, proporcionam não somente o aumento da produtividade das culturas, mas também o solo pode ser considerado uma opção de descarte desses resíduos, sendo que aplicados proporcionalmente a demanda de nutrientes das plantas. Além disso o autor leva em consideração que esses adubos orgânicos não tenham contato diretamente com as partes comestíveis das plantas para finalidade alimentícia, principalmente as ingeridas in natura, devido a composição microbiológica desses resíduos.

Considerando que o melhor sistema de disposição dos dejetos provenientes da atividade suinícola é sua utilização como fertilizante, os quais segundo (CAVALCANTI, 1984) podem ser degradados pelas bactérias do solo, formando um processo de biodegradação que proporciona maior disponibilidade de nutrientes as plantas. O aproveitamento dos nutrientes contidos nos dejetos variam de acordo com os métodos de aplicação no solo, os quais podem interferir nas perdas de nitrogênio, sendo expressos na tabela 4, as perdas de nitrogênio em relação ao tipo de aplicação e o tipo dos dejetos.

Tabela 4: Sistema de aplicação de dejetos suínos como fertilizantes.

MÉTODOS DE APLICAÇÃO	TIPO DO MATERIAL	PERDAS DE N (%)
Espalhado	Sólido	21
	Líquido	27
Espalhado com imediata incorporação	Sólido	05
	Líquido	05
Aplicação e incorporação simultânea	Sólido	05
	Líquido	25

Fonte: (CAVALCANTI, 1984).

A utilização de adubos orgânicos em substituição aos fertilizantes sintéticos, atualmente estão sendo sugeridos por profissionais das áreas agrícolas, pois de acordo com Rocha, Rosa e Cardoso (2009) ao contrário dos fertilizantes sintéticos, a adubação orgânica contém grande porcentagem de húmus, o qual contribui significativamente para a fixação de nutrientes e para a reestruturação física do solo, além do custo benefício ser atraente aos

produtores rurais em relação as vantagens para o solo e plantas. É interessante, no entanto, fazer uma análise química do dejetos antes de recomendar sua aplicação no solo.

3.6 ESCOAMENTO SUPERFICIAL

No escoamento superficial, a água da chuva que acaba não sendo infiltrada pelo solo é escoada podendo causar não só o carreamento de materiais orgânicos e inorgânicos como também partículas em suspensão. A dimensão do escoamento superficial é determinada pela capacidade de infiltração de água no solo aliados a intensidade e duração da chuva, pela rugosidade superficial e a sua topografia solo (BARBOSA, 2008).

A dimensão de perdas dos nutrientes do solo causados pelo escoamento superficial está diretamente relacionado com o nível de concentração destes na superfície do solo aliados à sua interação com a chuva. O processo de carreamento inicia-se quando a chuva interage com a fina camada de solo, acarretando a extração de nutrientes, dos resíduos culturais, de fertilizantes e de dejetos aplicados em sua superfície e conseqüentemente ocorrendo o transporte por escoamento superficial dos mesmos (BERTOL, 2005).

O mesmo autor ainda relata que o escoamento superficial ficou ainda mais evidente nos últimos anos devido agricultura moderna, a qual está sendo executada com uso de grandes máquinas o que leva uma maior compactação do solo e assim conseqüentemente maior escoamento superficial.

O processo de transporte de nutrientes é desencadeado pelo escoamento superficial e a sua capacidade de desagregação do solo pela energia das chuvas, as quais retiram os nutrientes da camada superior de solo. Mesmo que a quantidade de nutrientes transportados pela água de escoamento seja baixa, do ponto de vista agrônomo, o empobrecimento do solo se dá pela ação continuada das perdas ao longo do tempo. (BERTOL, 2005).

O preparo convencional promove desintegração no perfil do solo reduzindo o escoamento superficial e assim favorecendo a infiltração inicial da água da chuva. Porém, ao longo do tempo, no preparo convencional, a desagregação superficial ocasionada pela ação do impacto da chuva com o efeito do salpicamento reverte este processo, ocorrendo assim um maior escoamento superficial (ALVES, 1999). Nesse sentido (CASSOL, 1995) alerta que o preparo convencional altera mais intensamente as condições físicas do solo, decorrentes da

fragmentação superficial, favorecida pela incidência da chuva, e pela compactação subsuperficial, ocasionando desta forma a diminuição da infiltração de água, além de facilitar o processo erosivo.

Segundo (PELES, 2007), os efeitos mais drásticos no Brasil, ocorrem em regiões de clima úmido, onde por meio do escoamento superficial, a água leva consigo os sedimentos das áreas agrícolas, os quais contem grande concentração de matéria orgânica, nutrientes, solo entre outros que podem chegar aos mananciais de água superficiais comprometendo-os.

Quantidades significativas de nutrientes podem ser perdidas com as águas que escoam em grandes precipitações, visto que os fertilizantes utilizados na implantação das espécies melhoradoras da pastagem nativa são aplicados superficialmente, sem incorporação ao solo, podendo dessa forma ocasionar problemas de queda na produtividade das forragens e de poluição ambiental, cujos efeitos são acumulativos ao longo dos anos (CASSOL et al., 2002).

3.7 PASTAGEM DE SORGO

O sorgo é considerado uma forrageira originada na Índia, Burna e África, possuindo como nome científico "*Sorghum vulgare Pers*" e nome Comum "Sorgo ou Sorgo forrageiro", morfologicamente descrito como gramínea anual que pode atingir 3 a 5 metros de altura, com colmos erectos dispostos na forma de touceiras e suculentos, apresentando folhas lineares com 25 a 50 mm de largura e 50 a 100 cm de comprimento, tendo espigas terminal contraída ou não (panícula) e com ramificações curtas (ALCÂNTARA, 1999).

Ainda de acordo com o mesmo autor, a espécie é uma planta de climas tropicais, sendo cultivada em muitas regiões do mundo em altitude de até 1800 metros, com temperatura média entre 21 e 30°C, o qual não é muito exigente em solos, bastante resistente a seca e relativamente a geadas. A cultura possui grande resposta a aplicação de nitrogênio, a qual recomenda-se em torno de 50 Kg.ha⁻¹ após cada corte, podendo ser cortado a cada 8 a 10 semanas, produzindo cerca de 30 a 40 t.ha⁻¹ de matéria verde e com fertilização pode atingir 60 a 70 t.ha⁻¹ de matéria verde (ALCÂNTARA, 1999).

O sorgo destaca-se como uma alternativa na produção de forragens, pois segundo (PORTUGAL et al., 2003) apresenta valor nutritivo compensatório, além de não competir com produtos destinados ao consumo humano, tendo vantagens na produção de forragens

verdes ou silagem, pois possuem maior rendimento de matéria seca, maior resistência a falta de chuva e menor exigência quanto a fertilidade do solo em relação a outras gramíneas.

De acordo com (MALAVOLTA, 1987), para a obtenção de 1 tonelada de massa da cultura de sorgo é necessário quantidades significativas de macronutrientes, sendo 13 Kg de Nitrogênio, 2 Kg de Fósforo, 10 Kg de Potássio, 3 Kg de Cálcio, 2,5 Kg de Magnésio e 1,5 Kg de Enxofre, os quais são exigidos em maiores proporções em relação aos micronutrientes onde, necessita-se apenas 100g de Boro, 73g de Cobre, 1893g de Ferro, 340g de Manganês, 2,67g de Molibdênio e 162g de Zinco para a produção de 1 tonelada de massa de sorgo.

A recomendação de adubação com nitrogênio para a cultura de sorgo segundo (TEDESCO et al., 2004) deve ser relacionada com o teor de matéria orgânica presente no solo conforme tabela 5, deve-se aplicar 20 Kg de N.ha⁻¹ na semeadura e o restante em cobertura, quando as plantas estiverem com cinco a sete folhas, podendo esta cobertura ser parcial ou totalmente suprimida, dependendo das condições de clima.

Tabela 5: Recomendação de nitrogênio para a cultura de sorgo.

Teor de matéria orgânica no solo	Nitrogênio
%	Kg.ha ⁻¹ de N
≤ 2,5	60
2,6 – 5,0	40
> 5,0	20

Fonte: Sociedade Brasileira de Ciência do solo (2004).

3.8 LEGISLAÇÃO

O CEMA - Conselho Estadual do Meio Ambiente na RESOLUÇÃO N° 70/2009, define a poluição como sendo a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população, crie condições adversas às atividades sociais e econômicas, afetem desfavoravelmente a biota, as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente ou lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

Diante disto, a atividade suinicultora enquadra-se na categoria de atividade potencialmente poluidora, a qual segundo o CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente na RESOLUÇÃO N° 430, de 13 de maio de 2011 no Artigo 3° diz que os efluentes de qualquer fonte poluidora, somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores

após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis, sendo a tolerância máxima de Nitrogênio amoniacal total de 20,0 mg.L⁻¹.

A criação de animais é uma atividade sujeita ao licenciamento ambiental, pois de acordo com o Anexo I da Resolução CONAMA n°.237 de 19 de dezembro de 1997, todas as atividades efetivas ou potencialmente poluidoras que sob qualquer forma podem causar degradação ambiental estão sujeitas ao processo de licenciamento ambiental.

A Instrução Normativa 105.006 do Instituto Ambiental do Paraná (IAP) Anexo 6 recomenda que o DSL ao ser aplicado em pastagens deverá ter no mínimo um período de carência de 30 dias para que a área seja utilizada na alimentação de animais.

De acordo com a mesma Normativa a aplicação dos DSL no solo para fins agrícolas, trata-se de uma forma adequada de disposição final dos mesmos, mas desde que passem por processo de estabilização e atender no mínimo os requisitos impostos por esta Normativa.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

O experimento foi conduzido a campo, no Sítio São Luiz, localizado no município de Nova Prata do Iguazú, Sudoeste do estado do Paraná, sendo desenvolvido no período de setembro a dezembro de 2013. A área experimental está situada a uma latitude de 25°35'47" S, longitude de 53°19'47" W, altitude de aproximadamente 388 metros em relação ao nível do mar e declividade de 3,5 %.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DO CLIMA

O município apresenta segundo a classificação Köppen clima do tipo Cfa - Clima subtropical, o qual de acordo com IAPAR - Instituto Agrônomo do Paraná, apresenta temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida.

4.3 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

O solo é classificado como Nitossolo vermelho Distroférico, apresentando teores maiores que 350 g.Kg⁻¹ de solo a partir do horizonte A (EMBRAPA, 2006). De acordo com (LIMA; LIMA; MELO, 2012), sua ocorrência predomina em 15% do território paranaense, principalmente nas regiões de rochas basálticas (norte, oeste e sudoeste do estado) e em relevos moderadamente declivosos.

Ainda segundo os mesmos autores os Nitossolos são em sua maioria, de boa fertilidade. Para melhor entendimento das características do solo da área experimental foram coletadas várias subamostras de solo, em profundidade de 0 a 20 cm, as quais foram

homogeneizadas e encaminhadas para o Laboratório de Solos da UTFPR – Campus de Pato Branco para a realização de análise química do mesmo, sendo os resultados expressados na tabela 6.

Tabela 6: Atributos químicos de Nitossolo vermelho Distroférico presente na área do experimento. Sítio São Luiz, 2013.

Atributos Químicos	
Componente	Valor/Un. Medida
MO ¹	29,48 g/dm ³
P ²	22,53 mg/dm ³
K ³	0,15 Cmol _c /dm ³
CTC ⁴	13,11 Cmol _c /dm ³
pH ⁵	5,20
H + AL ⁶	4,28 Cmol _c /dm ³

¹Matéria orgânica; ²Fósforo; ³Potássio; ⁴ Capacidade de troca de cátions; ⁵pH do solo; ⁶Acidez trocável.
Fonte: Elaborado pelos autores.

A área encontrou-se há 8 anos sob o cultivo pelo método de plantio direto em culturas da soja e milho, sendo que nos últimos 2 anos aplica-se o consórcio entre o cultivo de milho para silagem e pastagem anual, tais como, sorgo e aveia de verão, os quais tem como fonte de nutrientes a adubação com fertilizantes químicos baseados em nitrogênio, fósforo e potássio, além de adubação orgânica com dejetos líquido de suíno (DSL) e dejetos de bovinos.

4.4 CARACTERIZAÇÃO DO DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNO

O dejetos líquido de suíno (DSL) utilizado como fertilizante orgânico em adubação de cobertura no campo experimental, foi originado em uma granja destinada a fase de terminação de suínos, a qual possui sistema de criação em confinamento, com alimentação balanceada a base de ração e soro, este derivado de produtos lácteos. O DSL permaneceu em esterqueira descoberta por um período mínimo de 50 dias antes à coleta.

A captação do DSL foi realizada no mês de novembro diretamente na esterqueira da granja (Figura 3), após agitação, sendo coletado e transportado até o campo experimental por meio de um distribuidor mecânico de esterco líquido. Coletou-se uma amostra do dejetos, a qual foi congelada e encaminhada ao Laboratório de Qualidade Agroindustrial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus de Pato Branco, onde realizou-se as análises de determinação de nitrogênio total pelo método de kjeldahl.



Figura 3: Coleta e agitação do DSL na esterqueira.
Fonte: Elaborado pelos autores.

A concentração de N total presente no DSL foi de $72,26 \text{ mg.L}^{-1}$, sendo esta muito baixa em relação as concentrações mínimas estabelecidas pela Resolução SEMA nº 031 de 24 de agosto de 1998, para base de licenciamentos.

4.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL, TRATAMENTOS E TRATOS CULTURAIS

A pesquisa é do tipo experimental onde implantou-se um sistema de parcelas com quatro repetições e Delineamento em Blocos ao Acaso, devido a inexistência de homogeneidade das condições experimentais. Nas parcelas cultivou-se a pastagem de sorgo forrageiro Agroceres 2501 com ciclo superprecoce, a qual foi feita por meio de semeadura de 16 kg.ha^{-1} de sementes em única época.

A semeadura foi realizada no dia 14 de outubro de 2013 por meio de um Distribuidor Semeador da marca TRITON modelo Rotax TR 904, a qual fez-se obedecendo os mesmos métodos de manejo usual para área total de pastagem do sítio, onde realizou-se a calagem juntamente com aplicação de cloreto de potássio e fósforo, com posterior escarificação do solo com antecedência ao plantio.

Posteriormente fez-se a marcação das parcelas, as quais foram dimensionadas com 4 m de largura e 4 m de comprimento, perfazendo uma área total de 16 m² sendo espaçadas por corredores de 2 m de largura e desencontradas conforme Figura 4, visando evitar a ocorrência de interferência entre os tratamentos.

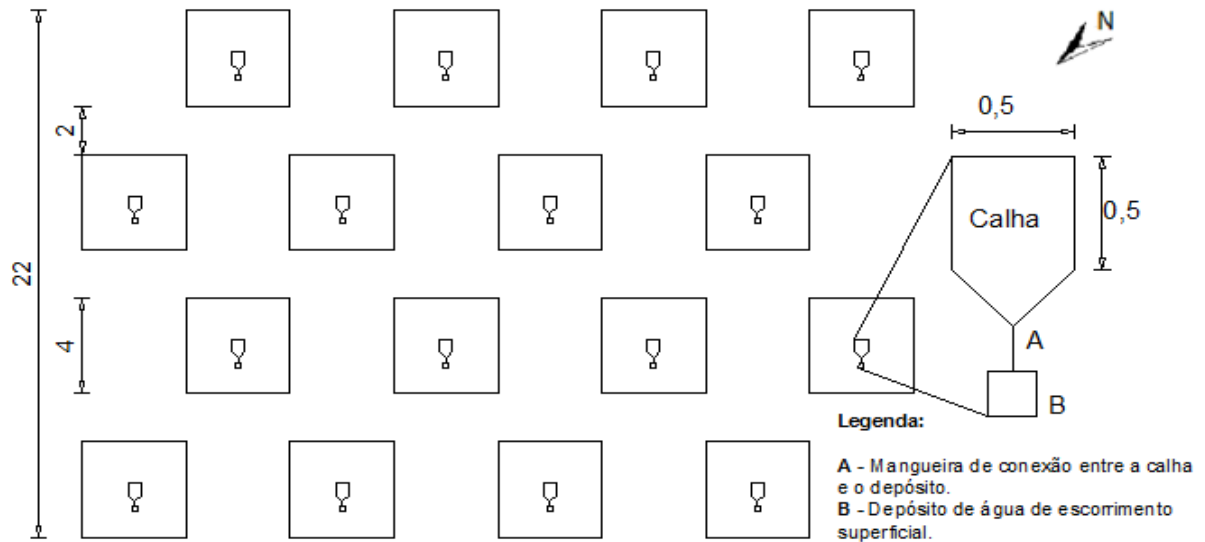


Figura 4: Croqui do Campo Experimental. Sítio São Luiz, Nova Prata do Iguçu – PR, 2013.
Fonte: Elaborado pelos autores.

Instalou-se uma calha coletora no centro de cada parcela com dimensões de 0,5 m x 0,5 m e altura de 18 cm, conectadas por uma mangueira transparente a um recipiente com capacidade de 20 L, o qual ficou em uma trincheira proporcional ao tamanho do mesmo conforme demonstrado na Figura 5. Esta calha coletora objetiva conduzir a água de escoamento para o depósito possibilitando quantificar o volume de água escoado, assim como os nutrientes perdidos. Instalou-se também um pluviômetro na parte central do campo experimental com intuito de quantificar todos os eventos pluviométricos ocorridos no período de avaliação.



Figura 5: Parcelas experimentais (esquerda) e calha coletora (direita) no Campo Experimental. Sítio São Luiz, Nova Prata do Iguaçú – PR, 2013, Fonte: Elaborado pelos autores.

As calhas foram instaladas um dia após o plantio, com intuito de estabilizar o solo com as paredes do sistema coletor com antecedência ao início das coletas, excluindo possíveis interferências no escoamento de água devido a movimentação de solo causada na instalação.

A adubação de cobertura foi realizada por meio da aplicação de DSL como única fonte de nitrogênio em adubação de cobertura, sendo nas doses de 0, 40, 80, 160 m³ há⁻¹, correspondendo as quantidades de N total apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7: Concentração de N total no DSL e em cada dose de DSL aplicada.

Doses de DSL (m ³ .ha ⁻¹)	N total (Kg.ha ⁻¹)
0	0
40	3
80	6
160	12

Concentração do DSL = 72,26 mg.L⁻¹ N

Fonte: Elaborado pelos autores.

As doses foram aplicadas 20 dias após o plantio da pastagem, por meio de rega manual com auxílio de regadores com capacidade de 10 L conforme Figura 6. A quantidade de DSL aplicada na área das calhas coletoras foram de 0, 1, 2 e 4 L respectivamente para as doses de (0, 40, 80 e 160 m³.ha⁻¹).



Figura 6: Aplicação do DSL (esquerda) e parcela após aplicação (direita). Campo Experimental. Sítio São Luiz, Nova Prata do Iguaçu – PR, 2013, Fonte: Elaborado pelos autores.

4.6 DETERMINAÇÕES

4.6.1 Precipitações

A partir da aplicação do DSL foram monitorados todos os eventos pluviométricos naturais ocorridos até 30 dias após a aplicação, realizando as coletas quando houvesse água de escoamento depositada nos recipientes de armazenamento. Foram feitas coletas aos 5 dias, 10 dias, 20 dias e 30 dias após aplicação dos dejetos realizando simulação de chuvas por meio de um sistema de irrigação existente na área até obtenção de escoamento, isso se fez na inexistência de eventos naturais ou estes insuficientes de escoamento nos dias citados.

Com o uso do pluviômetro diagnosticou-se os índices de cada evento de chuva (natural e irrigado), os quais foram registrados, sendo posteriormente esvaziados e preparados para os próximos eventos.

4.6.2 Perdas de água via escoamento superficial

Para cada evento pluviométrico provido de escoamento quantificou-se e registrou-se a água captada pelas calhas coletoras que ficou armazenada nos recipientes de depósito em cada parcela.

Posteriormente as coletas, os reservatórios da água de escoamento foram esvaziados para obtenção de dados nos próximos eventos pluviométricos.

A partir das perdas ocorridas nas calhas coletoras, possuindo 0,25 m² de área, estimou-se as perdas de água via escoamento superficial em L.ha⁻¹.

4.6.3 Perdas de nitrogênio total na água de escoamento superficial

Para a realização da coleta homogeneizou-se a água de escoamento contida nos recipientes de depósito coletando-as em garrafas pet de água mineral, as quais foram devidamente identificadas e congeladas para posteriores análises em laboratório. As coletas das amostras foram efetuadas iniciando na ordem dos tratamentos, ou seja, da testemunha para a maior dose, sendo lavado os materiais de coleta a cada mudança de parcela, evitando assim possíveis interferências entre doses.

As amostras de água de escoamento foram acondicionadas em caixas de isopor contendo gelo e encaminhadas ao Laboratório de Qualidade Agroindustrial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus de Pato Branco, onde realizou-se as análises de determinação de nitrogênio total pelo método de kjeldahl.

Determinou-se as perdas de N total em Kg.ha⁻¹ a partir da concentração desse elemento presente na água de escoamento superficial e a área útil da calha coletora de 0,25m².

4.6.4 Produtividade em massa verde e massa seca.

O rendimento de produção de massa verde e massa seca foram determinados 52 dias após emergência da cultura realizando o corte rente ao chão das plantas existentes na área

da calha coletora (0,25 m²) de cada parcela. Foi realizado a contagem do número de plantas existentes na área especificada, sendo posteriormente pesadas no momento do corte para determinação da massa verde e em seguida encaminhadas em sacos de papel ao laboratório de Águas e Efluentes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus de Francisco Beltrão, onde foram mantidas em estufa de circulação de ar forçada a 65° C, até as amostras atingirem peso constante para determinação da massa seca. A pesagem foi realizada com auxílio de uma balança de precisão. Os resultados foram determinados dividindo os pesos de massa verde e massa seca pelo número de plantas contadas, o que possibilitou o alcance da massa por planta. Assim sendo determinou-se o peso para a média do número de plantas cortadas na área útil das calhas. Assim sendo, estimou-se o rendimento em Kg.ha⁻¹.

4.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As variáveis analisadas foram submetidas à análise de variância, para determinar o nível de significância entre as fontes de variação. A relação das variáveis independentes (doses de DSL) com as variáveis dependentes (MS e MV, perdas de água por escoamento superficial e perdas de nitrogênio por escoamento superficial) foram estabelecidas pela análise de regressão. Procurou-se dentre os modelos, o que melhor ajustou-se à relação entre as variáveis. As análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico Sisvar, sendo utilizado o nível de significância de 5%. Já os gráficos foram confeccionados com auxílio do programa computacional Microsoft Office Excel 2013.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 PRECIPITAÇÕES

De acordo com os resultados apresentados na Figura 7, é possível identificar todas as situações pluviométricas ocorridas no campo experimental no período de estudo, sendo estas com somente chuvas, chuvas seguidas de irrigação e somente irrigação.

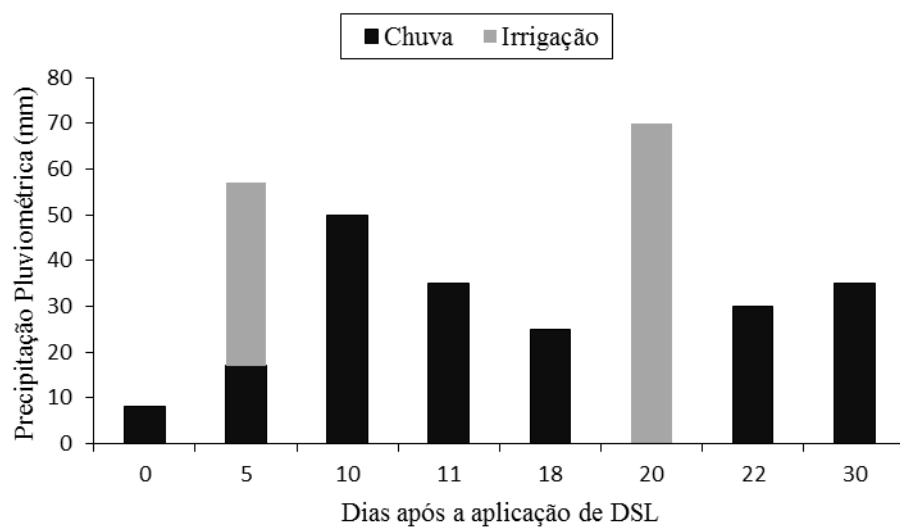


Figura 7: Precipitação pluviométrica e irrigação durante o período experimental, Sítio São Luiz, Nova Prata do Iguaçu – PR, 2013.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Diagnosticou-se nos eventos pluviométricos diferentes intensidade de chuvas, as quais não foram possíveis de serem registradas. Observou-se também, a ocorrência de eventos pluviométricos muito bem distribuídos no período de estudo, garantindo com que as plantas não passassem por *stress hídrico*, efeito esse que segundo (FERREIRA et al., 2002), pode interferir no metabolismo do nitrogênio, pois a assimilação deste é um processo vital que controla o crescimento e o desenvolvimento das plantas e tem efeitos marcantes sobre a fitomassa e a produtividade final das culturas.

Com base na Tabela 8 foram precipitados cerca de 310 mm no período de 30 dias de avaliação, sendo distribuídos em eventos pluviométricos, os quais em sua maioria caracterizados por eventos com baixa intensidade, sendo que esses não causam escoamento em grande quantidade, mantendo assim o aporte de água para as plantas, bem como torna o N que se encontra dissolvido na água e no solo disponível para as mesmas.

Tabela 8: Precipitações pluviométricas ocorridas no período de avaliação.

Dias após aplicação do DSL	Pluviometria (mm)
0	8
5	57
10	50
11	35
18	25
20	70
22	30
30	35
Total pluviométrico no período de avaliação:	
	310 mm

Fonte: Elaborado pelos autores.

5.2 DETERMINAÇÃO DO RENDIMENTO DE MASSA VERDE E MASSA SECA

Visando melhor interpretação dos resultados, foram relacionadas as variáveis dependentes de acordo com as quantidades de N total aplicadas via DSL, pois como o mesmo apresenta baixa concentração de N total, pode vir a causar mal entendimento quando relacionamos os resultados de acordo com as doses de DSL, sendo que em termos de volume essas doses são de alto potencial poluidor perante as características atribuídas para dejetos de suínos pela Resolução SEMA nº 031 de 24 de agosto de 1998.

Nas Tabelas 9 e 10 os resultados da análise de variância dos dados de rendimento de massa verde (MV) e massa seca (MS) da pastagem, as quais demonstraram efeito significativo das quantidades de N total aplicados via DSL em relação a produção de MV e MS.

Tabela 9: Análise de Variância para a produção de MV.

FV ¹	GL ²	SQ ³	QM ⁴	Fc ⁵	P-valor
Tratamentos	3	5501.810582	1833.936861	67.852	0.0000
Blocos	3	297.186303	99.062101	3.665	0.0565
Erro	9	243.256628	27.028514		
Total corrigido	15	6042.253513			
Cv ⁶	7.91				
Média geral:	1642.9707875				Número de observações: 16

¹ Fontes de variação; ² Graus de liberdade; ³ Soma dos quadrados; ⁴ Quadrados médios; ⁵ F. calculado; ⁶ Coeficiente de variação.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 10: Análise de Variância para a produção de MS.

FV ¹	GL ²	SQ ³	QM ⁴	Fc ⁵	P-valor
Tratamentos	3	188.702867	62.900956	80.778	0.0000
Blocos	3	6.432992	2.144331	2.754	0.1043
Erro	9	7.008192	0.778688		
Total corrigido	15	202.144052			
CV ⁶	5.70				
Média geral:	15.4884463				Número de observações: 16

¹ Fontes de variação; ² Graus de liberdade; ³ Soma dos quadrados; ⁴ Quadrados médios; ⁵ F. calculado; ⁶ Coeficiente de variação.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Conclui-se pelos resultados estatísticos que houve efeito significativo das diferentes quantidades de N total aplicados via DSL sobre a produção de MV e MS, as quais atingiram p-valor = 0,0000. Assim sendo, o efeito dos blocos não foram significativos em relação a produção de MV e MS, pois obtiveram p-valores maiores que o nível de significância de 0.05, tendo p = 0.0565 e p = 0.1043 respectivamente

As condições climáticas e de manejo na área experimental tais como disponibilidade de água, irradiação solar, calagem, fosfatagem e cloretagem, foram favoráveis à obtenção de altos rendimentos em produção de (MV) e (MS) da pastagem de sorgo, isso é demonstrado nas parcelas testemunhas (sem aplicação de DSL) que atingiram níveis superiores à 37 t.ha⁻¹ em MV e a 11 t.ha⁻¹ em MS, comparados com a produção estimada pela (SEMENTES AGROCERES, 2014) para a variedade utilizada de 45 t.ha⁻¹ em MV e 14,6 t.ha⁻¹ de MS, estimada no estudo de (FLARESSO; GROSS; ALMEIDA, 2000).

O modelo mais adequado para a relação entre a quantidade de N total aplicado via DSL e o rendimento em MV e MS foi o modelo de Regressão Linear conforme Figura 8.

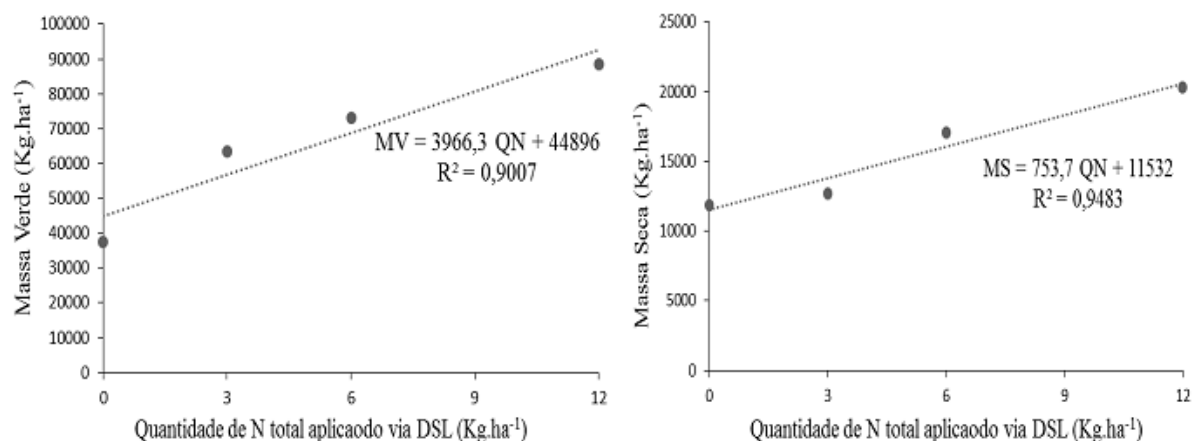


Figura 8: Gráficos da produção de MV e MS com suas respectivas equações de Regressão Linear, onde QN: Quantidade de N aplicado via DSL.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Através da análise de regressão linear, é possível estimar por meio da equação gerada, a produção de MV e MS a partir da quantidade de N aplicada via DSL em pastagem de sorgo forrageiro, sendo de acordo com a equação, x corresponde a variável independente (quantidade de N total aplicado via DSL) e y, a variável dependente (Rendimento em MV e MS). Dessa forma substituindo a variável independente (x) pelas respectivas quantidades de N total aplicados via DSL 0, 3, 6, 12 Kg.ha⁻¹ temos os respectivos rendimentos: 45, 57, 69, 92 t.ha⁻¹ para MV, e 11, 14, 16, 20 t.ha⁻¹ para MS.

Pode-se observar que a produção de MV e MS responderam positivamente as baixas quantidades de N total aplicados via DSL, ou seja, o aumento dessas proporcionou maior incremento de massa.

A maior produção em MV e MS da forragem obtida com a adubação de DSL, mesmo em baixas quantidades de nitrogênio, pode ser atribuídas segundo (VITOR et al., 2009) aos efeitos do elemento na planta, pois o nitrogênio promove significativo aumento nas taxas das reações enzimáticas e no metabolismo das plantas, sendo que a disponibilidade de nitrogênio faz com que aumente o teor de clorofila nas folhas, proporcionando melhor oferta de fotoassimilados que influenciam no tamanho e número de perfilhos. Sendo assim é possível afirmar que as parcelas submetidas a doses de N total presentes no DSL, tiveram maior arranque inicial no crescimento em relação as testemunhas, garantindo respostas positivas no ganho de MV e MS.

Em estudos de (DURIGON et al., 2002) efetivados em pastagem natural com aplicação de DSL durante quatro anos, alcançaram um aumento de 109% na produção de MS em relação a testemunha na dose de 20 m³.ha⁻¹ e, 155% de aumento na dose de 40 m³/ha.

Do mesmo modo (ASSMANN et al., 2007), avaliou o desempenho de diferentes doses de DSL sobre a produção de MS em pastagem de inverno, obtendo no período de 156 dias, com aplicação de 80 m³.ha⁻¹, um incremento de 34% na produção de MS quando comparada com a testemunha, evidenciando assim o potencial fertilizante do dejetos utilizado.

Em estudo realizado por (WALLISSON et al., 2004) avaliou-se o efeito da aplicação de DSL sobre a produção de milho para silagem, obtendo resultados positivos em produtividade de matéria seca conseguindo chegar a índices equivalentes a cerca de 51 e 52% superiores à testemunha e também ocorreu um aumento significativo nos valores de altura de plantas, índice de espigas, altura de espigas e peso de espigas.

O uso de DSL também apresentaram reflexos na produção de MS no trabalho de (CERRETA et al., 2005) onde avaliou-se a eficiência do uso de nutrientes aplicados via dejetos líquido de suíno à nutrição de plantas de aveia preta, milho, e nabo forrageiro, onde a

aplicação do DSL promoveu um incremento na produção de matéria seca em todas as espécies já no primeiro ano, sendo os aumentos de 128, 223 e 331% respectivamente, com doses de 20, 40 e 50 m³ há⁻¹.

Em estudo de aplicação DSL em pastagem natural, no Rio Grande do Sul, verificou-se que houve maior produção de matéria seca na pastagem em todas as estações do ano, porém os incrementos foram maiores no verão e na primavera devido a temperatura e a insolação serem mais altas, o que ocasionam maior crescimento vegetativo (DURIGON et al., 2002).

Em estudo de (SANTOS et al., 2013), onde avaliou-se o desempenho de cultivares de sorgo na presença e na ausência de biofertilizante de bovino líquido, obteve resultados significativos em relação a presença do biofertilizante, sendo a cultivar Santa Eliza a que apresentou melhores resultados, chegando a obter um acréscimo de 20,56% em MV, quando comparada com as testemunhas.

De acordo com (TEDESCO et al., 2004), a quantidade de nitrogênio necessária para a cultura de sorgo em solo com teor de matéria orgânica entre 2,6 e 5,0 como é a característica do solo do campo experimental, há necessidade de aplicação de 40 Kg.ha⁻¹ de N, sendo que 20 Kg.ha⁻¹ de N deve ser aplicado no momento da semeadura e 20 Kg.ha⁻¹ como adubação de cobertura. Sendo assim ao realizar a adubação de cobertura com o uso de DSL com concentração de N total de 72,26 mg.L⁻¹, como no presente estudo, seria necessário uma aplicação de aproximadamente 267 m³.ha⁻¹ de DSL para suprir a demanda de nitrogênio para a cultura de sorgo. Nesse sentido, o volume de DSL necessário seria inviável, levando em consideração os custos de aplicação, disponibilidade de DSL, a compactação do solo pelo uso de maquinários e até mesmo o escoamento imediato do mesmo pelo alto volume distribuído em unidade de área.

5.3 PERDAS DE ÁGUA POR ESCOAMENTO SUPERFICIAL

Devido ao manejo convencional realizado na área do campo experimental precedido o plantio, o qual teve como características o revolvimento do solo por meio de subsolação e gradagem, o aumento da capacidade de infiltração foi evidenciado e, como o escoamento superficial é inversamente proporcional à infiltração de água no solo, os

resultados obtidos apresentados na Figura 9, comprovam os baixos índices de perdas de água por escoamento superficial.

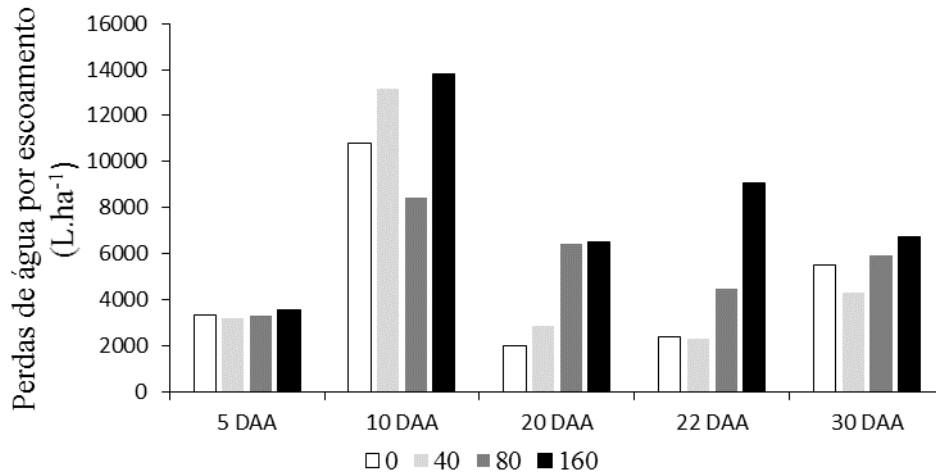


Figura 9: Perdas de Água por Escoamento Superficial nas doses de DSL e nos diferentes eventos pluviométricos, sendo DAA (dias após aplicação de DSL).

Fonte: Elaborada pelos autores.

Levando em consideração os eventos pluviométricos ocorridos no período de estudo, sendo representados por Dias Após Aplicação (DAA), as perdas de água por escoamento superficial foram obtidas em maiores quantidades no evento 10 DDA (Figura 9), mas nesse sentido não é possível relacioná-las com a aplicação de dejetos para este evento, pois a intensidade dos eventos é fator determinante de escoamento, para o qual teve-se nesse evento a maior pluviometria natural dentre o período de controle conforme Figura 7.

A aplicação de DSL, no entanto, resultou em uma tendência de aumento nas perdas de água por escoamento independente do evento pluviométrico, a qual para (MORI et al., 2009) pode ter ocorrido possivelmente pelo efeito de selamento superficial promovido pelos dejetos, pois os constituintes sólidos e as partículas orgânicas em suspensão presentes nos dejetos podem ter sido acomodados sobre a superfície do solo, de modo que obstruíssem a abertura dos macro e microporos.

Do mesmo modo (BERTOL et al., 2007), em estudo realizado no oeste do Paraná com intuito em avaliar as características da água de enxurrada em tratamentos de adubação mineral NPK e orgânica DSL, também evidenciou a obstrução de macroporos do solo quando observou maiores perdas de água por escoamento nos tratamentos baseados em DSL, independentes dos eventos de chuva, os quais foram simulados.

Apesar das perdas de água por escoamento superficial terem sido baixas em relação a quantidade de água precipitada em cada evento, evidencia-se a capacidade de poluição que o DSL pode provocar no ambiente quando aplicado doses de DSL com maiores concentrações de Nitrogênio, pois as águas de escoamento superficial podem conduzir grandes quantidades de nutrientes nos corpos de água. Nesse sentido nota-se a elevada importância do conhecimento das necessidades em nutrientes, condições e capacidade de uso dos solos, pois a utilização dos DSL como fertilizante orgânico podem se comportar negativamente sobre a qualidade ambiental, pois como mostra os resultados do estudo, em que o DSL pode elevar as taxas de escoamento, principalmente no sudoeste do Paraná onde as características de relevo proporcionam o escoamento superficial de água.

5.4 PERDAS DE NITROGÊNIO TOTAL VIA ESCOAMENTO SUPERFICIAL

Os teores de N total presentes na água de escoamento, apesar das pequenas concentrações, foram significativamente influenciados pelo efeito da aplicação de N total via DSL, quando submetidos a análise de variância ao nível de significância de 5%, resultados estes apresentados na Tabela 11.

Tabela 11: Análise de Variância para as Perdas de Nitrogênio Total.

FV ¹	GL ²	SQ ³	QM ⁴	Fc ⁵	P-valor
Tratamentos	3	121.8684190	40.621397	16.688	0.0000
Blocos	3	31.549080	10.51636360	4.320	0.0082
Evento	4	1.802808	0.4507002	0.185	0.9452
Tratamento*Evento	12	10.403922	0.866994	0.356	0.9733
Erro	57	138.75062	2.434221		
Total corrigido	79	304.370620			
CV ⁶	45.18				
Média geral:	3.4535				Número de observações: 80

¹ Fontes de variação; ² Graus de liberdade; ³ Soma dos quadrados; ⁴ Quadrados médios; ⁵ F. calculado; ⁶ Coeficiente de variação.

Fonte: Elaborado pelos autores.

De acordo com os resultados da análise de variância, os tratamentos de DSL nas doses 0, 40, 80, 160 m³.ha⁻¹, possuindo respectivamente 0, 3, 6, 12 Kg.ha⁻¹ N, foram significativos em relação as perdas de N total. A utilização dos blocos no delineamento experimental teve sucesso em relação as perdas, pois seu efeito significativo na análise de variância reflete nas condições de imperfeições do terreno, ou seja, as condições

experimentais não foram semelhantes entre os blocos. Já os diferentes eventos pluviométricos e a sua interação com os tratamentos não apresentaram efeitos significativos nas perdas de N total por escoamento superficial.

A aplicação de N total via DSL proporcionou acréscimo nas perdas de N total proporcional aos tratamentos, diferindo-se a testemunha das demais doses, sendo o tratamento com 12 Kg.ha⁻¹ o que apresentou maiores perdas. Na Figura 11, estão sendo apresentadas as perdas de N total ocorridas em cada evento pluviométrico.

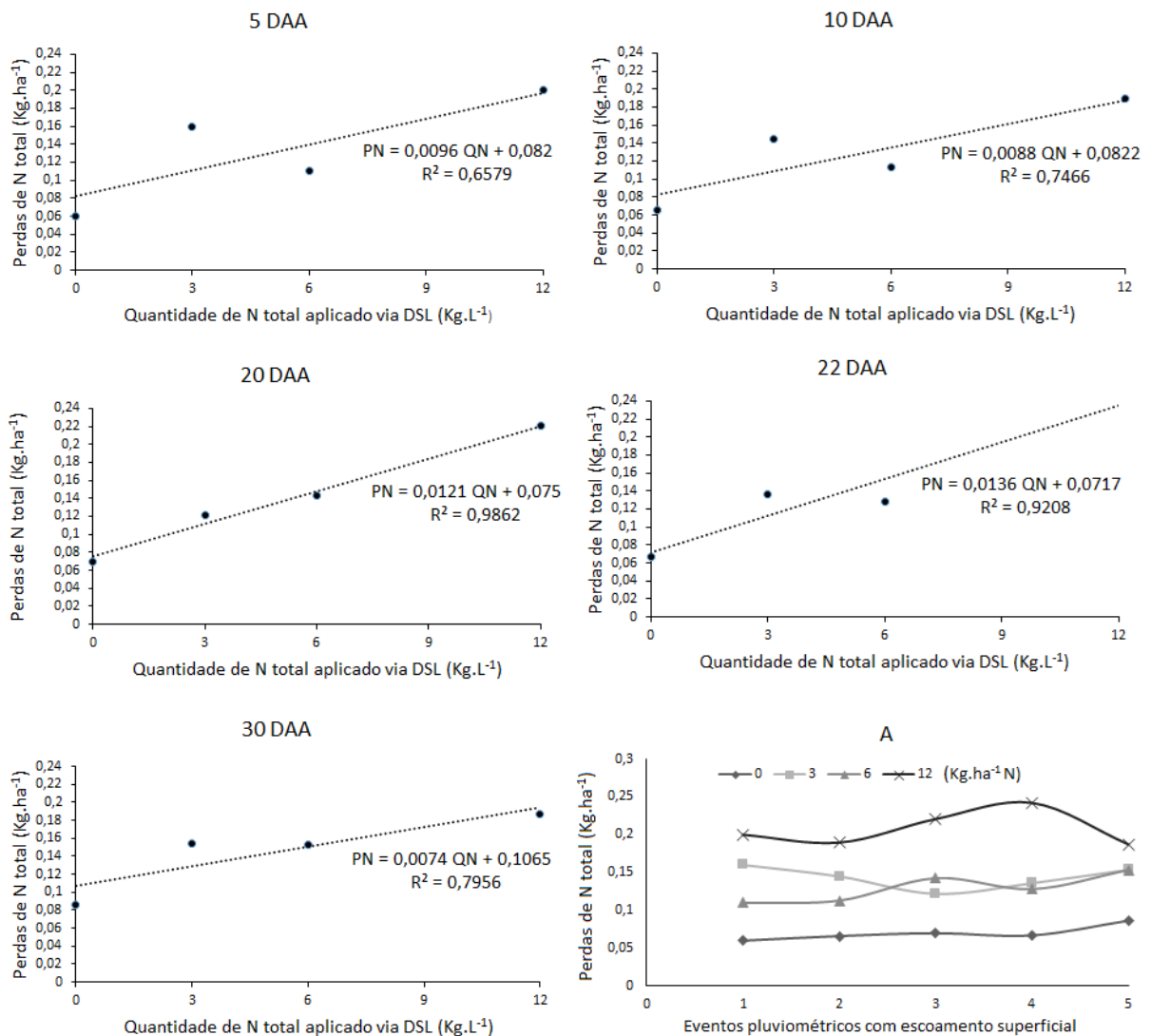


Figura 10: Perdas de N total aos 5 dias após aplicação (5 DAA), Perdas de N total aos 10 dias após aplicação (10 DAA), Perdas de N total aos 20 dias após aplicação (20 DAA), Perdas de N total aos 22 dias após aplicação (22 DAA), Perdas de N total aos 30 dias após aplicação (30 DAA), Comportamento das perdas de N total em relação aos eventos e a quantidade de N total aplicado via DSL (A). Sendo PN (Perdas de nitrogênio) e QN (Quantidade de nitrogênio aplicado via DSL).

As perdas de N total não sofreram influência dos eventos pluviométricos, conforme Tabela 11, apresentando pouca variação ao longo dos 30 dias de avaliação, sendo

que as diferenças se deram entre a quantidade de N total aplicado via DSL, ou seja, as maiores perdas de N total foram encontradas na maior dose de DSL ($160 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) contendo $12 \text{ Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N total.

Do mesmo modo (CERRETA et al., 2005) utilizando diferentes doses de DSL com altas concentrações de N-NH_4^+ no cultivo de milho, tem observado que as perdas por escoamento superficial foi maior nas doses mais elevadas, assim sendo, obteve-se as maiores perdas por escoamento superficial nos primeiros eventos pluviométricos, resultado esse contrário ao encontrado nesse estudo onde as perdas foram constantes estatisticamente ao longo dos eventos pluviométricos, Figura 10.

De acordo com a Figura 10, nota-se que a testemunha representada pelo tratamento $0 \text{ Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N total aplicado via DSL, apresentou perdas de N total abaixo das demais, visto que as perdas em todas as doses tenderam a uma aproximação no quinto evento (30 DAA), fato esse possível de ser atribuído aos processos naturais de ciclagem de nutrientes ocorridas no solo, onde a matéria orgânica disponível, é decomposta pela ação de bactérias, procedidas pelo processo de mineralização, fazendo com que o nitrogênio seja disponível no solo, pois segundo (NOVAIS et al., 2007), cerca de 95% do N do solo está associado à matéria orgânica.

Na Figura 11 está sendo demonstrado as quantidades de N total aplicado para cada dose, assim como suas perdas acumuladas, nota-se que a quantidade aplicada foi acrescida linearmente nas doses, refletindo assim consequentemente nas perdas, essas foram significativas em relação as doses, como já mencionado, visto que as perdas de N total apresentaram-se muito pequenas no decorrer do período.

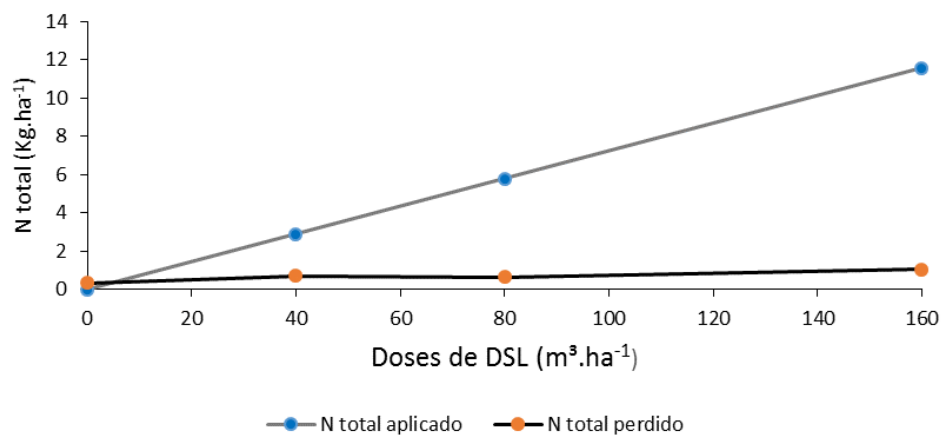


Figura 12: Relação entre as concentrações de N total aplicado e N total perdido por escoamento superficial.

As baixas perdas de N total deram-se certamente pelo fato da ocorrência de um evento pluviométrico de 8 mm conforme Figura 7 , possibilitando com que o nitrogênio presente no DSL solubilizasse na água e infiltrasse no solo, estando dessa forma menos submetido ao escoamento superficial nos próximos eventos e mais facilmente disponível as plantas, as quais estavam em um período de acelerado crescimento, conseguindo fixar grande parte do N total aplicado, tendo como resposta dessa fixação um maior incremento de MV e MS.

Assim sendo, as perdas de N total encontradas, não são passíveis de contaminação ambiental de acordo os padrões de lançamentos estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 430, de 13 de maio de 2011, pois a maior perda evidenciada no estudo foi de 10,36 mg.L⁻¹ de N, sendo essa aquém dos valores máximos estabelecidos para o parâmetro, o qual não deve ultrapassar a concentração de 20 mg.L⁻¹ de N.

6 CONCLUSÃO

*Para cada Kg de nitrogênio aplicado via DSL foi obtido um acréscimo de aproximadamente 750 Kg.ha^{-1} na produção de Massa Seca.

*As precipitações pluviométricas naturais causaram maiores perdas de água por escoamento superficial durante o período de avaliação.

*As perdas de água via escoamento superficial foram proporcionais as doses de DSL aplicadas, evidenciando que o aumento da dose causou acréscimo nessas perdas.

*As perdas de N via escoamento superficial foram proporcionais as doses de DSL aplicados sendo que, as maiores perdas foram obtidas na dose máxima.

* As perdas de N obtidas nesse estudo, não apresentaram potencial poluidor aos recursos hídricos, permanecendo abaixo dos limites toleráveis pela legislação vigente (CONAMA nº 430, de 11 de maio de 2011).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, Paulo B.; BUFARAH, Gilberto. **Gramíneas e Leguminosas**. São Paulo: Nobel, 1999.

ALVES, Marlene C.; CABEDA, Mário S. V. Infiltração de água em um Podzólico Vermelho-Escuro sob dois métodos de preparo, usando chuva simulada com duas intensidades. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa - MG, v.23, n.4, p.753-61, 1999. Disponível em: <<http://sbcs.solos.ufv.br/solos/revistas/v23n4a01.pdf>>. Acesso em: 23 de dezembro de 2013.

ASSMANN, Tangriani S.; ASSMANN, Joice M.; CASSOL, Luiz C. DIEHL, Raquel C.; MANTELI, Claudia MAGIERO, Emanuele C. Desempenho da mistura forrageira de aveia-preta mais azevém e atributos químicos do solo em função da aplicação de esterco líquido de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, 31:1515-1523, 2007. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v31n6/28.pdf>>. Acesso em: 08 de fevereiro de 2014.

BARBOSA, Fabrício T. **Erosão hídrica em três formas de semeadura de aveia e ervilhaca em um Cambissolo Húmico: Perdas de nutrientes e carbono orgânico**. 2008, 73f. Dissertação (Mestrado em Manejo do Solo) Universidade do Estado de Santa Catarina, - Lages, 2008. Disponível em: <http://manejodosolo.cav.udesc.br/www17/messias_up/conteudos/737b04b11960546b17bdad9deb832056/file/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Fabr%C3%ACio%20Tondello%20Barbosa.pdf>. Acesso em: 19 de agosto de 2013.

BASSO, Claudir J. **Perdas de nitrogênio e fósforo com aplicação no solo de dejetos líquidos de suínos**. 2003. 125 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/ppgcs/disserta%E7%F5es%20e%20teses/teses/C%F3pia%20em%20PDF%20Basso.pdf>>. Acesso em: 03 agosto de 2013.

BASSO, Claudir. J.; CERETTA, C. A.; DURIGON, R.; POLETTI, N.; GIROTTO, E. Dejeito líquido de suínos: II – perdas de nitrogênio e fósforo por percolação no solo sob plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, vol.35 no.6, Nov./Dez. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010384782005000600012&script=sci_arttext>. Acesso em: 28 de agosto de 2013.

BERTOL, Oromar J. **Contaminação da água de escoamento superficial e da água percolada pelo efeito de adubação mineral e adubação orgânica em sistema de semeadura direta**. 2005. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005. Disponível em: < http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao/defesas/pdf_dr/2005/t185_0224-D.pdf >. Acesso em: 23 de julho de 2013.

BERTOL, Oromar J.; RIZZI, Nivaldo E.; BERTOL, Ildegardis; ROLOFF, Gláucio. Perdas de solo e água e qualidade do escoamento superficial associadas à erosão entre sulcos em área cultivada sob semeadura direta e submetida às adubações mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, vol. 31, n. 4, p. 781-792, Jul./Ago. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832007000400018>. Acesso em: 20 de julho de 2013.

BOLZANI, Hugo. R.; OLIVEIRA, Darlene. L. do A.; LAUTENSCHLAGER, Sandro. R. Efeito da aplicação de água residuária de suinocultura no solo e na qualidade dos seus lixiviados. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v.17, n.4, p. 385-392, out/dez 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v17n4/v17n4a05.pdf>>. Acesso em: 01 de setembro de 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA n° 430**, de 13 de maio de 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama>>. Acesso em 06 de setembro de 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA n° 237**, de 19 de dezembro de 1997. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama>>. Acesso em 06 de setembro de 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução Conama n° 357**, de 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em 18 de fevereiro de 2014.

CASSOL, E. A.; LEVIEN, R.; ANGHINONI, I.; BADELUCCI, M. P. Perdas de nutrientes por erosão em diferentes métodos de melhoramento de pastagem nativa no rio grande do sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p. 705-712, 2002. Disponível em: <<http://sbcs.solos.ufv.br/solos/revistas/v26n3a15.pdf>>. Acesso em: 21 de agosto de 2013.

CASSOL, Luís Cesár; ANGHINONI, Ibanor. Alterações nas características de um Podzólico Vermelho-Escuro após quatro anos de cultivo nos sistemas de plantio direto e convencional. **Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, 25. Viçosa, 1995. Anais. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. p.1843-1844. Disponível em:<<http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/busca?b=ad&id=365022&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22ANGHINONI,%20I.%22&qFacets=autoria:%22ANGHINONI,%20I.%22&sort=&paginaacao=t&paginaAtual=1>>. Acesso em: 14 de outubro de 2013.

CAVALCANTI, Sergito S. **Produção de Suínos**. Campinas, SP: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1984.

CEMA, Conselho Estadual do Meio Ambiente. **Resolução CEMA n° 70/2009**. Disponível em: <http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_estadual/RESOLUCOES/resolucao_cema_70_2009.pdf>. Acesso em: 06 de setembro de 2013.

CERRETA, Carlos A.; BASSO, Claudir J.; PAVINATO, Paulo S.; TRENTIN, Eder E.; GIROTTO, Eduardo. Produtividade de grãos de milho, produção de matéria seca e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio na rotação aveia preta/milho/nabo forrageiro com aplicação de dejetos líquidos de suínos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.6, p1287-1295, nov-dez, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782005000600010&script=sci_abstract&lng=pt>. Acesso em: 22 de julho de 2013.

COELHO, Fernando S.; VERLENGIA, Flávio. **Fertilidade do Solo**. Campinas, SP: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973.

DIESEL, Roberto; MIRANDA, Cláudio. R.; PERDOMO, Carlos C. **Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos. Concórdia: Boletim Informativo de Pesquisa-Embrapa Suínos e Aves e Extensão-EMATER/RS. N°14. EMBRAPA, CNPSA, 2002. Disponível em: < <http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/suino/bipers/bipers14.pdf>>. Acesso em: 15 de agosto de 2013.**

DURIGON, R.; CERETTA, C. A.; BASSO, C. J.; BARCELLOS, L. A. R.; PAVINATO, P. S. Produção de Forragem em Pastagem Natural com o Uso de Esterco Líquido de Suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p. 983-992, 2002. Disponível em: <<http://sbcs.solos.ufv.br/solos/revistas/v26n4a16.pdf>>. Acesso em: 19 de julho de 2013.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. 2 ed. Embrapa Solos, Brasília-DF, 2006.

FERREIRA, Vilma M.; MAGALHÃES, Paulo C.; DURÃES, Frederico O. M.; OLIVEIRA, Luiz E. M.; PURCINO, Antônio A. C. Metabolismo do nitrogênio associado à deficiência hídrica e sua recuperação em genótipos de milho. *Revista Ciência Rural*, Santa Maria, RS, vol. 32, n. 1, fevereiro, 2002. Disponível em: < <http://www.scielo.br> >. Acesso em 13 de fevereiro de 2014.

FILHO, Paulo B.; SILVA, Glades P. da; SANTO, Caroline de L.; LISBOA, Henrique de M.; JUNIOR, Geresina. N. do C. Avaliação de impactos de odores em bacias hidrográficas com produções de suínos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Florianópolis, Vol.12, n. 3, p. 252-258, jul/set 2007. Disponível em:< <http://www.ens.ufsc.br/principal/index.php>>. Acesso em 16 de julho de 2013.

FLARESSO, Jéferson A.; GROSS, Celomar D.; ALMEIDA, Edison X. Cultivares de milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) para ensilagem no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1608-1615, 2000. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982000000600003>. Acesso em: 13 de fevereiro de 2014.

GOMES, Marco. A. F; SOUZA, Manoel D. de; BOEIRA, Rita C.; TOLEDO, Luiz G. de. **Nutrientes Vegetais no Meio Ambiente: ciclos biogeoquímicos, fertilizantes e corretivos**. Jaguariúna, SP: Embrapa meio ambiente, 2008. Disponível em: < http://www.cnpma.embrapa.br/download/documentos_66.pdf >. Acesso em: 03 de setembro de 2013.

GONÇALVES, Rafael G.; PALMEIRA, Eduardo M. Suinocultura Brasileira. **Revista Acadêmica de Economia**. n° 71, 2006. Disponível em: < <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/br/06/rgg.pdf>>. Acesso em: 02 de agosto de 2013.

IAP. **Instrução normativa, N° 105.006 de 1998**. Revisada em 2004. Disponível em:< http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_estadual/Instrucao_normativa/IN_105006_2004.pdf >. Acesso em: 05 de fevereiro de 2014.

IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná. Disponível em: < <http://www.iapar.br> >. Acesso em: 25 de agosto de 2013.

KUNZ, Airton; HIGARASHI, Martha M.; OLIVEIRA, Paulo A. de. Tecnologias de manejo e tratamento de dejetos suínos estudadas no Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 651-665, set./dez. 2005. Disponível em: < <http://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/8663/4852> >. Acesso em: 02 de agosto de 2013.

LIMA, Valmiqui C.; LIMA, Marcelo R.; MELO, Vander F. **Conhecendo os principais solos do Paraná - abordagem para professores do ensino fundamental e médio**. Curitiba, PR. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo / Núcleo Estadual do Paraná, 2012.

MAGGI, Cacea. F; FREITAS, Paulo. S. L. de; SAMPAIO, Silvio. C. E.; DIETER, Jonathan. Lixiviação de nutrientes em solo cultivado com aplicação de água residuária de suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.15, p.170-177, 2011. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v15n2/v15n02a10.pdf> >. Acesso em: 18 de agosto de 2013.

MALAVOLTA, Eurípedes. **ABC da adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1989.

MALAVOLTA, Eurípedes. **Manual de calagem e adubação das principais culturas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1987.

MORI, Hélio F.; FAVARETTO, Nerilde; PAULETTI, Volnei; DIECKOW, Jeferson; SANTOS, Wesley L. Perda de água, solo e fósforo com aplicação de dejetos líquidos bovinos em Latossolo sob plantio direto e com chuva simulada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, vol. 33, pg. 189-198, Jan./Fev. 2009. Disponível em:< http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832009000100020&script=sci_arttext>. Acesso em 25 de agosto de 2013.

NOVAIS, Roberto F.; ALVAREZ, Victor H. V.; BARROS, Nairam F.; FONTES, Renildes L. F.; CANTARUTTI, Reinaldo B.; NEVES, Júlio C. L. **Fertilidade do solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 1 ed. Viçosa – MG, 2007.

OLIVEIRA, Paulo A. V. de. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1993.

PELES, Daniela. **Perdas de solo, água e nutrientes sob aplicação de gesso e dejetos líquidos de suínos**. 2007. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007. Disponível em: < http://www.pgcisolo.agrarias.ufpr.br/dissertacao/2007_07_30_peles.pdf>. Acesso em: 24 de julho de 2013.

PEREIRA, Benedito D.; MAIA, João C. de S.; CAMILOT, Rosalina. Eficiência técnica na suinocultura: efeito dos gastos com o meio ambiente e da renúncia fiscal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.2, p.200-204, 2008. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v12n2/v12n02a13.pdf> >. Acesso em: 15 de julho de 2013.

PORTUGAL, Arley F.; ROCHA, Valterley S.; SILVA, Alessandro G.; PINTO, Geraldo H. F.; FILHO, Orlando C. P. Rendimento de matéria seca e proteína de cultivares de sorgo forrageiro no primeiro corte e na rebrota. **Revista Ceres**, Viçosa, vol.289, pg. 357-366, 2003.

Disponível em: < <http://www.ceres.ufv.br/CERES/revistas/V50N289P22003.pdf> >. Acesso em: 05 de setembro de 2013.

ROCHA, Julio C.; ROSA, André H.; CARDOSO, Arnaldo A. **Introdução à Química Ambiental**. 2ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

SANTOS, João F.; GRANGEIRO, José I. T.; SILVA, Emanuel D.; SOUZA, José S. Produção de sorgo em função de cultivares e biofertilizantes bovino líquido. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, RN, v. 8, n. 3, p. 156 - 162, jul - set, 2013. Disponível em: < <http://www.gvaa.com.br/revista>>. Acesso em: 08 de fevereiro de 2014.

SANTOS, Rosele C. dos. **Aplicação de dejetos líquidos de suínos em solos: Aspectos biológicos e químicos do percolado**. 2012. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010. Disponível em < <http://www.radarciencia.org/Record/oai-www-lume-ufrgs-br-10183-25951/UserComments>>. Acesso em 07 de julho de 2013.

SEAB, **Secretaria da agricultura e do abastecimento do Paraná**. Disponível em: <<http://www.seab.pr.gov.br>>. Acesso em: 08 de agosto de 2013.

SEGANFREDO, Milton A. **A questão ambiental na utilização de dejetos de suínos como fertilizante do solo**. EMBRAPA, Concórdia 2000.

SEGANFREDO, Milton A. **Gestão Ambiental na Suinocultura**. EMBRAPA, Brasília DF, 2007.

SEMA, Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **Resolução SEMA nº 031/98**. Disponível em: < http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_estadual/RESOLUCOES/Resolucao_SEMA_31_1998.pdf>. Acesso em: 18 de fevereiro de 2014.

SEMENTES AGROCERES - DEPARTAMENTO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS, 2014. Disponível em: < http://www.Sementesagrocere.com.br/?page_id=398>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2014.

TEDESCO, Marino J.; GIANELLO, Clésio; ANGHINONI, Ibanor; BISSANI, Carlos A.; CAMARGO, Flávio A. O.; WIETHÖLTER, Sírio. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Sociedade Brasileira de ciência do solo. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. 10 ed. Porto Alegre - RS, 2004.

USDA - **United States Department of Agriculture**. Disponível em: < <http://www.usdabrazil.org.br> >. Acesso em: 27 de julho de 2013.

VITOR, Cláudio M. T.; FONSECA, Dilermando M.; CÓSER, Antônio C.; MARTINS, Carlos E.; JÚNIOR, Domicio N.; JÚNIOR, José I. R. Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim-elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.435-442, 2009. Disponível em: < <http://www.scielo.br>>. Acesso em: 13 de fevereiro de 2014.

WALLISSON, Freitas S.; OLIVEIRA, Rubens A.; PINTO, Fernando A.; CECON, Paulo R.; GALVÃO, João C. C. Efeito da aplicação de águas residuárias de suinocultura sobre a produção de milho para silagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.8, n.1, p.120-125, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662004000100018>. Acesso em: 17 de agosto de 2013.