

MARCIANE GORETE SILVESTRO FIORI

**FORMAS DE NITROGÊNIO NO SISTEMA SOLO-PLANTA- ÁGUA EM
FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DA SUINOCULTURA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, área de concentração em **Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental**.

Orientador: Prof. Dr. Sílvio C. Sampaio

CASCADEL - Paraná - Brasil

Fevereiro- 2007

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

MARCIANE GORETE SILVESTRO FIORI

**Formas de Nitrogênio no Sistema Solo-Planta-Água em função da
Aplicação de Água Residuária da Suinocultura**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, área de concentração Engenharia de Recursos Hídrico e Saneamento ambiental, **aprovada** pela seguinte banca examinadora:

Orientador: Professor Dr. Sílvio César Sampaio
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, UNIOESTE

Professor Dra. Kátia V. M. C. Prates
CEFET – Campo Mourão

Professora Dra. Simone Damasceno Gomes
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, UNIOESTE

Professora Dr. Márcio Vilas Boas
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, UNIOESTE

Professora Dra. Lúcia Helena Nóbrega
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, UNIOESTE

Cascavel, fevereiro de 2007.

DEDICATÓRIA

*Dedico em especial ao meu esposo
Rodrigo Fiori, pela compreensão,
companheirismo
e pelo incentivo à realização deste
trabalho.*

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Sílvio C Sampaio, pela orientação em todas as fases do projeto.

Aos demais professores do curso de mestrado de Engenharia Agrícola

Aos discentes, em especial a Adriana, Maritane, Morgana e todos que de diferentes formas contribuíram para o bom desempenho desse trabalho.

A todos os funcionários da Unioeste pela colaboração.

A todos aqueles que, embora não mencionados, contribuíram para a realização desse projeto.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	V
LISTA DE FIGURAS.....	VI
RESUMO.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
1 INTRODUÇÃO.....	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1 A SUINOCULTURA NO BRASIL.....	12
2.2 CULTURA DO MILHO.....	13
2.3 NITROGÊNIO.....	18
2.4 REUSO AGRÍCOLA.....	22
2.5 ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUINOCULTURA (ARS).....	23
2.6 EFEITO DA ÁGUA RESIDUÁRIA NO MEIO AMBIENTE.....	26
2.7 ESTRUTURAS FÍSICAS DO SOLO E O CRESCIMENTO RADICULAR.....	28
2.8 COMPORTAMENTO DE ÍONS NO SOLO.....	29
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	40
4.1 SOLO.....	40
4.1.1 Nitrogênio inorgânico.....	40
4.1.2 Nitrogênio orgânico.....	42
4.1.3 Nitrogênio amoniacal.....	44
4.1.4 Nitrato.....	45
4.1.5 Nitrogênio total.....	47
4.1.6 Densidade aparente.....	49
4.2 PLANTA.....	50
4.2.1 Altura de planta.....	50
4.2.2 Teor de N na planta.....	52
4.3 PERCOLADO.....	52
4.3.1 Nitrato.....	52
4.3.2 Nitrogênio Total Kjeldhal.....	53
5 CONCLUSÕES.....	55
6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
ANEXOS.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 01. Descrição sucinta dos estádios fenológicos da cultura de milho	15
Tabela 02 Características físico-químicas dos dejetos de suínos	25
Tabela 04 Especificações dos tratamentos usados no experimento	35
Tabela 05. Análise química do solo antes da semeadura.....	36
Tabela 06 Classificação dos teores de nutrientes de acordo com a análise química do solo.....	37
Tabela 07 Características físico-químicas da ARS.	37
Tabela 01-A Análise de variância, desdobramento e modelos de regressão para N inorgânico.....	63
Tabela 02-A Análise de variância e modelos de regressão para nitrogênio orgânico....	64
Tabela 03-A Análise de variância, desdobramentos e modelos de regressão para nitrogênio amoniacal.	65
Tabela 04-A - Tabela de Análise estatísticas e modelos de regressão para Densidade aparente.....	66
Tabela 05-A Análise de variância, desdobramentos e modelos de regressão para nitrato.	67
Tabela 06-A Análise de variância, desdobramentos e modelos de regressão para nitrogênio total.	68
Tabela 07-A Análise estatísticas e modelos de regressão para altura de planta.	69
Tabela 08-A. Análise de variância para teor de N na planta.....	70
Tabela 09-A. Análises estatística para Nitrato.....	71
Tabela 10-A Análises estatística para NTK.....	72

LISTA DE FIGURAS

Figura 02 Visão frontal do experimento.	32
Figura 03 Planta baixa do esquema experimental.	32
Figura 04 Corte AA do esquema experimental.	33
Figura 05 Corte BB do esquema experimental.	33
Figura 06 Corte do solo para posteriormente acondicionar as caixas de fibras.	34
Figura 07 Vista geral do experimento implantado.	36
Figura 08. Comportamento do nitrogênio inorgânico do solo em função da ARS para diversas DAS dentro do fator 50% (efeito ARS-AD-DAS).	41
Figura 09 Comportamento do nitrogênio inorgânico do solo em função da ARS para diversas DAS dentro do fator 75% (efeito ARS-AD-DAS).	41
Figura 10 Comportamento do nitrogênio orgânico no solo em função do fator AD (efeito isolado).	42
Figura 11 Comportamento do nitrogênio orgânico no solo em função do fator ARS (efeito isolado).	43
Figura 12 Comportamento do nitrogênio orgânico no solo em função do fator DAS (efeito isolado).	43
Figura 13 - Gráfico de ARS dentro de DAS para N amoniacal	45
Figura 14 Interação das variáveis ARS e DAS em AD 50% para Nitrato.	46
Figura 15 Interação das variáveis ARS e DAS em AD 75% para Nitrato.	46
Figura 16 -Gráfico da interação das variáveis DAS * ARS * AD 50% para N total.	48
Figura 17 Interação das variáveis DAS e ARS em AD 75% para N total.	48
Figura 18 Desdobramento da ARS para densidade aparente.	49
Figura 19 Desdobramento da DAS na altura de planta	50
Figura 20 Desdobramento da ARS na altura de planta.	51
Figura 23 Desdobramento da ARS para Nitrato.	52
Figura 24 Desdobramento da DAS para Nitrato.	53
Figura 25 Desdobramento da ARS para NTK	54
Figura 26 Desdobramento da DAS para NTK.	54

RESUMO

A utilização de água residuária com características químicas capazes de substituir a adição de fertilizantes químicos tem beneficiado amplamente tanto em regiões onde ocorram a necessidade de se fazer uso de irrigação quanto em solos que necessitam adição de fertilizantes. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento da cultura do milho (*Zea mays* L.) irrigado com água residuária da suinocultura (ARS), em quatro taxas de aplicação (112,5; 225; 337,5 e 450 kg N ha⁻¹) e dois níveis de adubação convencional (15 e 25 kg N ha⁻¹), avaliando-se o comportamento das formas de nitrogênio no sistema solo – planta – água. O trabalho foi desenvolvido com a implantação dos lisímetros, posterior realização das irrigações com ARS, e coleta das amostras de material percolado, tecido vegetal e solo nas diferentes profundidades (0 – 20 cm; 20 – 40 cm e 40 – 60 cm). Pelos resultados analisados observou-se que a aplicação de ARS apresentou resultados significativos para todas as formas de nitrogênio no solo, o desenvolvimento da planta não foi afetado significativamente pela adição de ARS, no percolado houve valores significativos para nitrato e para nitrogênio total Kjeldahl – NTK. A adição de níveis de adubação – AD apresentou significância para N orgânico, nitrato e N total no solo.

Palavras Chave: Água residuária, Nitrogênio, Sistema solo – planta – água.

ABSTRACT

Evaluate in the ways of nitrogen in the soil – plant - water system in function of the application of swine wastewater

The use of wastewater with chemical characteristics capable to substitute the addition of chemical fertilizers has thoroughly benefited such in areas where happen the need to do irrigation use as in soils that need addition of fertilizers. In that way the present work had as objective to evaluate the development of the corn culture (*Zea mays* L.) irrigated with swine wastewater (ARS), in four application taxes (112, 5, 225, 337, 5 and 450 kg N ha⁻¹) and two levels of conventional manuring (15 and 25 kg N ha⁻¹), being evaluated the behavior in the nitrogen ways in the soil – plant - water system. The work was developed with the implantation of the lysimeters, subsequent accomplishment of the irrigations with swine wastewater - ARS, and collection of the samples of material percolate, vegetable woven and soil in the different depths. Basing on the analyzed results was observed that the application of ARS presented significant results for all the forms of nitrogen in the soil, in the plant there was not significance in the addition of AR, in the percolate there were significant values for nitrate and for NTK. The addition of levels of AD presented significance for organic N, nitrate and total N in the soil, for the plant and for the percolate there were not significant values.

Key words: wastewater, nitrogen, soil – plant - water system.

1 INTRODUÇÃO

O estoque de água existente no planeta é de 1.386 milhões de km³, sendo que a água doce representa uma fração de 2,5%. Desse percentual 90% estão nos mananciais subterrâneos e apenas 10% estão nas superfícies. De toda a água disponível para o consumo mundial, um total de 70% está sendo utilizado na agricultura, o setor industrial é responsável por 22%, restando somente 8% para uso doméstico.

Visando a redução da quantidade de água utilizado na irrigação e principalmente, redução da quantidade de fertilizantes químicos na agricultura, muitos estudos estão sendo feitos acerca da utilização de águas residuárias na agricultura.

Um ponto que deve ter atenção especial é o fato que, em muitas áreas agricultáveis a adição de águas residuárias, principalmente a de suinocultura é feita sem tratamento prévio, e o balanço dos nutrientes existentes nestas águas Residuárias juntamente com os nutrientes já existentes no solo, bem como a demanda da cultura não são considerados.

Esse desequilíbrio de nutrientes pode causar uma problemática maior que a diferença de nutrientes lançados pelas águas residuárias e que deve ser corrigida com fertilizantes químicos, trata-se da poluição do solo e dos lençóis freáticos e superficiais que pode acontecer pelo acúmulo de alguns nutrientes no perfil do solo.

Sabe-se da dificuldade, por parte do agricultor, em equacionar a quantidade de dejetos a ser utilizada numa determinada área, conforme a concentração do nutriente mais abundante. Desta maneira, o excesso de nutrientes seria evitado por ocasião da fertilização orgânica. Na prática, o critério mais utilizado para determinar a quantidade de fertilizantes orgânicos no solo, leva apenas em consideração a concentração no resíduo e a exigência de nitrogênio ou fósforo pela cultura em questão. Geralmente, a quantidade de nitrogênio é utilizada como parâmetro.

Visto que os dejetos de suínos originam um composto orgânico multinutriente, as relações entre a quantidade aplicada e a necessidade de nutrientes pelas plantas poderão ser desbalanceadas. Assim sendo, as cargas

de alguns nutrientes acabam sendo excedidas consideravelmente quando é realizado o suprimento de N das culturas via dejetos de suínos.

Desta forma, este trabalho objetivou a avaliação do desenvolvimento da cultura do milho (*Zea mays* L.) irrigado com água residuária da suinocultura (ARS), em quatro taxas de aplicação (112,5; 225; 337,5 e 450 kg N ha⁻¹) e dois níveis de adubação convencional (15 e 25 kg N ha⁻¹), avaliando-se o comportamento das formas de nitrogênio (nitrogênio orgânico, nitrogênio inorgânico, nitrogênio amoniacal, nitrato e nitrogênio total) no sistema solo – planta – água.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A Organização Mundial da Saúde (OMS) prevê que em algumas décadas a água doce será o recurso mais escasso e disputado pela maioria dos países e, em condições de uso fácil, não haverá mais que 0,01% do total de água do planeta (TRENTIN, 2005).

Segundo FIGUEIREDO (1997) a escassez de água é causada pela combinação de vários fatores, ou seja, crescimento populacional exagerado, diminuição da cobertura vegetal e o comprometimento das reservas hídricas pela degradação ambiental.

Visando diminuir o consumo de água considerada de boa qualidade para fins que não exijam essas condições, fazem-se necessários estudos a cerca da utilização de águas de qualidade inferior (águas residuárias) para a prática da fertirrigação.

2.1 A SUINOCULTURA NO BRASIL

Encontrada basicamente em propriedades de até 100 ha, consideradas pequenas, o Brasil possui um rebanho de aproximadamente 37 milhões de animais em seu território, ocupando a sétima posição mundial no setor (ROPPA, 2003).

A partir de uma boa qualidade de produção, a carne de suínos no Brasil começou a ganhar terreno no exterior, criando-se novos campos de trabalho e geração de renda com a abertura de exportações, principalmente para Rússia, África do Sul, Armênia, Itália, Bulgária, Cingapura, Lituânia e Moldavia (ACCS, 2005).

O maior crescimento dessa atividade se deu nos estados do sul do Brasil, principalmente Santa Catarina e Paraná. Acompanhando o crescimento nacional, no estado do Paraná, números atuais mostram que o estado possui aproximadamente 5,3 milhões de animais (ACCS, 2005).

Juntamente com esse crescimento, e a introdução de novas tecnologias para a produção se adequar a padrões internacionais, esse crescimento vem trazendo ao estado do Paraná grandes problemas relacionados ao meio ambiente, principalmente no comprometimento da

qualidade das águas, onde a maior parte dos produtores não possui um tratamento adequado dos dejetos produzidos pelos animais (IAP, 2004).

Considerando os conceitos apresentados na instrução normativa - IN nº 100.002 do IAP (2004) sobre as Diretrizes para Licenciamento Ambiental de Atividades Poluidoras e/ou Modificadoras do Meio Ambiente, a atividade de suinocultura se torna uma atividade onde é necessário o licenciamento ambiental, que como em outras atividades impactantes, tem por objetivo promover a conservação da qualidade dos recursos naturais.

O aumento do número de animais alojados em granjas, numa forma de concentração da produção, fez com que se aumentasse juntamente, a produção de dejetos, criando assim a necessidade de se melhorar as técnicas de manejo e destinação de forma adequada do excesso dos dejetos produzidos, representando um desafio para a suinocultura (LUDKE e LUDKE, 2003).

Para DANIEL (2005): Se os criadores alocam recursos com elevado grau de eficiência na produção, o mesmo não acontece no controle da emissão de poluentes e na utilização agrônômica dos dejetos. A estratégia de armazenagem e uso predominantemente praticada no Brasil revela certo distanciamento da realidade existente, das necessidades dos criadores e das exigências da Legislação Ambiental, pois os alarmantes índices de contaminação dos recursos naturais e da qualidade de vida dos grandes centros produtores sinalizam que boa parte dos efluentes são jogadas diretamente ou indiretamente nos solos e nos cursos de água sem receberem um tratamento adequado. Isso mostra o grande potencial poluidor que os resíduos provenientes dessa atividade de suinocultura possuem.

2.2 CULTURA DO MILHO

Historicamente, o milho sempre representou uma das principais culturas da agricultura brasileira, não somente no aspecto quantitativo, como também no que diz respeito à sua importância estratégica por ser à base da alimentação animal e, conseqüentemente, humana.

O milho possui a seguinte composição média: 60% de carboidratos, 10% de proteínas, 4% de lipídios, além de minerais e vitaminas (FANCELLI & LIMA, 1982).

FANCELLI & DOURADO NETO (2000) relataram que as proteínas presentes nos grãos de milho são albumina, globulina, prolamina e glutelina.

De acordo com FNP Consultoria (2002), os números da safra 2002/2003 mostram que os principais produtores mundiais de milho são Estados Unidos (224 milhões de toneladas), China (125 milhões de toneladas), Brasil (37 milhões de toneladas), México (19 milhões de toneladas) e Argentina (12,5 milhões de toneladas), que contribuem, respectivamente, com 38%, 21%, 6%, 3% e 2% da produção mundial (585 milhões de toneladas). O Brasil ocupa a primeira colocação no Mercosul, onde participa com 70% do total de milho produzido. Nesse bloco econômico a Argentina ocupa a segunda colocação, correspondendo a 28% da fração de mercado.

FANCELLI & DOURADO NETO (1997) objetivando maior facilidade de manejo e estudo, bem como estabelecer correlações entre eventos fisiológicos, climatológicos, entomológicos, fitopatológicos e fitotécnicos com o desempenho da planta, o período entre a emergência e ponto de maturidade fisiológica descreveram onze momentos (estádios). Na Tabela 01 observa-se a descrição sucinta dos estádios da cultura de milho.

Conforme relatado por FANCELLI & DOURADO NETO (2000), o milho é uma planta de ciclo vegetativo muito variável, sendo que nas condições brasileiras, a cultura apresenta ciclo entre 110 e 180 dias, em função da caracterização dos híbridos (superprecoce, precoce e normal), período esse compreendido entre a semeadura e a colheita (interesse prático). De acordo com os autores, o ciclo da cultura compreende as seguintes etapas:

- (i) semeadura a emergência, que é o período compreendido desde a semeadura até o efetivo aparecimento da plântula (duas folhas completamente desenvolvidas), o qual, em função da temperatura e umidade do solo, pode ocorrer de 5 a 12 dias de duração,
- (ii) fase vegetativa, a qual é compreendida entre a emissão da segunda folha e o início do florescimento (polinização). Vale

ressaltar que tal etapa apresenta extensão variável, sendo esse fato comumente empregado para caracterizar os tipos comerciais de híbridos de milho,

(iii) fase reprodutiva, período compreendido entre o início da polinização e o ponto de maturidade fisiológica onde ocorre o enchimento completo dos grãos, sendo sua duração estimada entre 50 e 80 dias, e.

(iv) O ponto de maturidade fisiológica é determinado pelo aparecimento da camada negra no ponto de inserção do grão com o ráquis. Esse fato é um indicativo do final do ciclo de vida da planta. Porém, para fins práticos o ciclo pode ser computado até a colheita.

Tabela 01. Descrição sucinta dos estádios fenológicos da cultura de milho

Estádio	Descrição
0	50% das plantas com 2 folhas completamente desenvolvidas (Emergência)
1	50% das plantas com 4 folhas completamente expandidas
2	50% das plantas com 8 folhas completamente expandidas
3	50% das plantas com 12 folhas completamente expandidas
4	50% das plantas emitindo o pendão
5	50% das plantas no início da polinização (Florescimento)
6	50% das plantas com grãos leitosos
7	50% das plantas com grãos pastosos
8	50% das plantas com grãos farináceos (formação de dentes)
9	50% das plantas com grãos farináceos duros (dentados)
10	50% das plantas com aparecimento da camada negra no ponto de inserção do grão com o sabugo (ponto de maturidade fisiológica)

Fonte. FANCELLI, 1986 E FANCELLI & DOURADO NETO, 1997.

Conforme relatado por BÜLL (1993), a obtenção de altas produtividades na cultura de milho é indispensável para tornar a cultura economicamente viável e a adubação é um dos fatores essenciais para a garantia da produtividade, uma vez que o fornecimento de nutrientes de forma correta, no momento correto e em doses adequadas, proporciona o máximo desenvolvimento da cultura.

BÜLL (1993) cita que além de ser constituinte de diversas moléculas de proteína, e outras, o nitrogênio apresenta importante função como integrante da molécula de clorofila. De acordo com o autor, o aumento de produtividade na cultura de milho proporcionado pelo nitrogênio pode ser atribuído aos efeitos positivos sobre o crescimento radicular e sobre o aumento do comprimento da espiga.

YAMADA (1996) também destacou que o nitrogênio é um elemento constituinte de moléculas de proteínas, coenzimas, ácidos nucléicos e citocromos, sendo o nutriente que a cultura de milho mais responde em produtividade de grãos.

Ainda segundo YAMADA (1996), o nitrogênio é absorvido pelas plantas de milho, principalmente, na forma nítrica, a qual posteriormente é reduzida a amônio, num processo onde estão envolvidas duas enzimas, a redutase de nitrato e a redutase de nitrito, sendo que a primeira é responsável pela transformação de nitrato em nitrito e a segunda pela transformação de nitrito em amônio, para posterior assimilação em aminoácidos.

De acordo com BÜLL (1993), a maioria dos estudos realizados mostra que os melhores resultados são obtidos com a aplicação de 30 kg ha^{-1} de N na semeadura e de 90 a 120 kg ha^{-1} entre 30 e 45 dias após a germinação, totalizando entre 120 e 150 kg ha^{-1} de N.

SÁ (1989), avaliando as respostas da adubação nitrogenada sobre a produtividade da cultura de milho, observou que a aplicação de 30 kg ha^{-1} de N na semeadura e 90 kg ha^{-1} de N em cobertura proporcionou produtividade de grãos de aproximadamente $11.000 \text{ kg ha}^{-1}$.

YAMADA (1996) também relata que a aplicação de 30 kg ha^{-1} de nitrogênio no sulco de semeadura e do restante (90 kg ha^{-1} de N) em cobertura proporcionou maior produtividade de grãos do que quando foram aplicados 15 g ha^{-1} de nitrogênio por ocasião da semeadura e 105 kg ha^{-1} de nitrogênio em cobertura.

FERREIRA (1997), ao efetuar a aplicação de doses crescentes de nitrogênio na cultura de milho (0 , 70 , 140 e 210 kg ha^{-1}), observou que a máxima produtividade foi obtida mediante a aplicação de 200 kg ha^{-1} de nitrogênio.

SOARES (2003) em seu estudo objetivando avaliar a influência de nitrogênio, zinco e boro e de suas respectivas interações no desempenho da cultura de milho, observou que somente nas avaliações efetuadas aos 41, 49 e 65 (florescimento) dias após a emergência das plantas, verificou-se que a adição de nitrogênio em doses crescentes proporcionou aumento do número de folhas - NF e do índice de área foliar - IAF, o que certamente contribuiu para o suprimento de fotoassimilados e, conseqüentemente, para o incremento na produtividade.

FANCELLI & DOURADO NETO (2000), também sugerem que o ideal é que a aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura de milho seja efetuada quando as plantas apresentarem 4 folhas plenamente desdobradas, para que o mesmo esteja plenamente disponível para a planta a partir da emissão da quinta folha.

SOARES (2003) observou-se que, o aumento das doses de nitrogênio proporcionou um acréscimo significativo no número de folhas fotossinteticamente ativas por planta e no índice de área foliar, sendo que a aplicação de 120 kg ha^{-1} de N propiciou aumento de aproximadamente 23% no número de folhas e de aproximadamente 50% no índice de área foliar, em relação aos tratamentos em que a aplicação de nitrogênio não foi efetuada (0 kg ha^{-1} de N). No entanto, ao elevar a dose de 120 para 240 kg ha^{-1} de N o aumento no índice de área foliar foi menos expressivo (8%), o que leva a concluir que o acréscimo de índice de área foliar foi devido ao aumento no tamanho das folhas e não ao número de folhas por planta.

Avaliando o efeito da aplicação de quatro lâminas de água e águas residuárias de suinocultura, bruta e peneirada, sobre os componentes de produção da cultura do milho (*Zea mays* L.) para silagem, FREITAS *et al.* (2004) constataram que o uso das águas residuárias de suinocultura aumentou significativamente os valores de produtividade, altura de plantas, índice de espigas, altura e peso de espigas.

2.3 NITROGÊNIO

As plantas requerem certo número de elementos além daqueles que obtêm diretamente da atmosfera (carbono e oxigênio sob a forma de dióxido de carbono) e da água do solo (hidrogênio e oxigênio). Todos estes elementos, com exceção de um, provêm da desintegração das rochas e são captados pelas plantas a partir do solo. A exceção é o nitrogênio (N), que representa 78% da atmosfera terrestre (SCHRÖDER *et al.*, 2000). O processo pelo qual o nitrogênio circula através das plantas e do solo pela ação de organismos vivos é conhecido como ciclo do nitrogênio. Cerca de 10% do nitrogênio atmosférico que é trazido para o solo, sob a forma de NO_3^- ou NH_4^+ , foi convertido a tais formas iônicas através de três processos diferentes, os resíduos da combustão industrial, a atividade vulcânica e a queima de florestas liberam compostos gasosos na atmosfera. Dentre eles está a amônia, que em contato com a água da chuva é convertida em íon NH_4^+ e acaba por atingir o solo (WIKIPEDIA, 2006). Na Figura 01, observa-se o ciclo do nitrogênio.

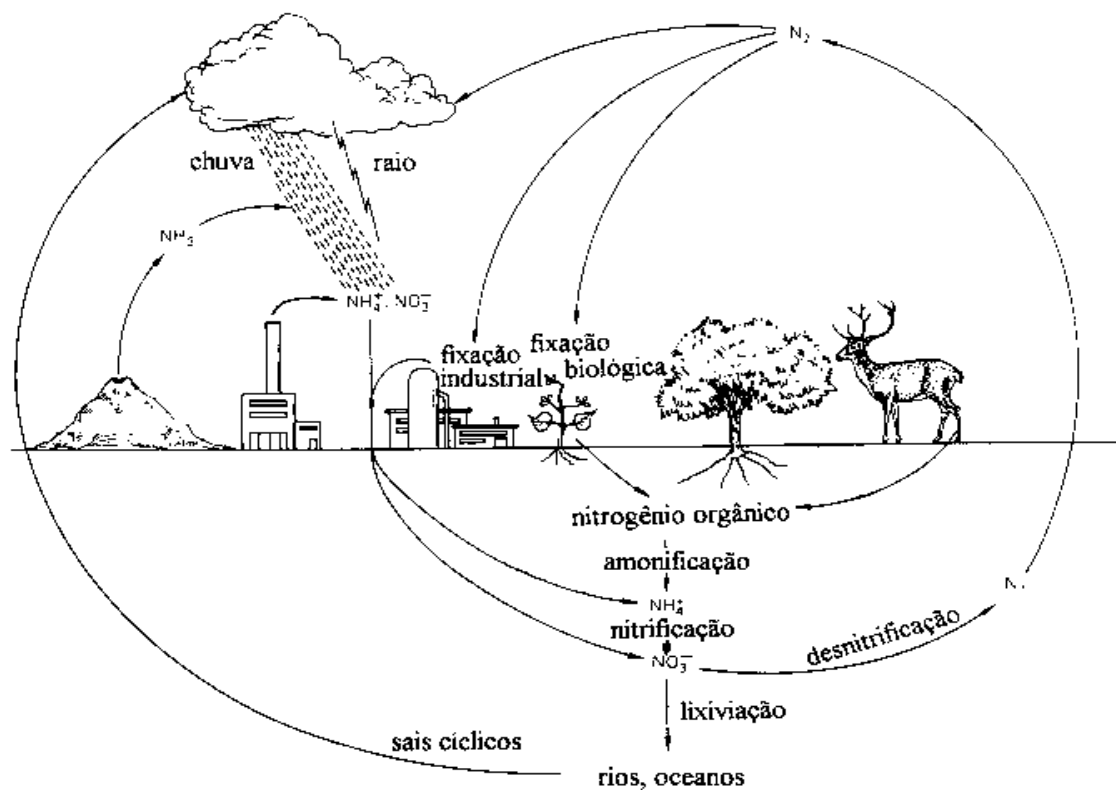


Figura 01 Ciclo do nitrogênio - WIKIPEDIA, 2006

O processo industrial contribui com cerca de 15% do nitrogênio atmosférico colocado no solo, enquanto que o processo biológico se encarrega de obter os 75% restantes. Portanto, a fixação biológica é de suma importância para a nutrição nitrogenada dos solos.

A matéria orgânica também é fonte de nitrogênio para o solo. Nela, o nitrogênio está insolúvel, mas graças a atuação de organismos decompositores (fungos e bactérias) ele é convertido em NH^{4+} , no processo conhecido como amonificação.

Para STEVENSON (1986), o N é um elemento relevante nos estudos de matéria orgânica do solo, sendo um dos nutrientes com dinâmica mais pronunciada no sistema. Sua maior parte está na fração orgânica (mais de 90%).

Estas formas minerais, apesar de responderem por pequena parcela do N total, são de extrema importância do ponto de vista nutricional, já que são elas as absorvidas pelos vegetais e microrganismos (STEVENSON, 1986).

A mineralização da matéria orgânica do solo, da qual fazem parte às reações de amonificação e nitrificação, transformam, em média, de 2% a 5% do N orgânico por ano, processo que pode ser influenciado pelo uso e manejo do solo e pela existência de menores valores de pH, que ocorrem, geralmente, nessas condições (MOREIRA & SIQUEIRA, 2002).

No solo, ocorre um processo chamado de amonificação, onde microrganismos utilizam as proteínas e os aminoácidos como fonte para suas próprias proteínas e liberam o excesso de nitrogênio sob a forma de amônio (NH^{4+}) (ALFAIA, 2006).

O nitrogênio pode ser fornecido sob a forma de gás amoníaco (NH_3), mas este processo ocorre geralmente apenas durante a decomposição de grandes quantidades de materiais ricos em nitrogênio, como numa grande porção de adubo ou fertilizante. Em geral, a amônia produzida por amonificação é dissolvida na água do solo, onde se combina a prótons para formar o íon amônio (ALFAIA, 2006).

Os solos cultivados exibem freqüentemente um declínio constante no conteúdo de nitrogênio. O nitrogênio pode ser também perdido quando a parte superficial do solo sofre erosão ou quando sua superfície é destruída pelo fogo.

O nitrogênio é também removido pela lixiviação; os nitratos e nitritos, que são anions, mostram-se particularmente suscetíveis à lixiviação pela água que se infiltra através do solo (ALFAIA, 2006).

Em alguns solos, bactérias desnitrificantes decompõem os nitratos e liberam nitrogênio para o ar. Este processo que fornece à bactéria o oxigênio necessário para a respiração é dispendioso em termos de necessidades energéticas (isto é, o O_2 pode ser reduzido mais rapidamente que o NO_3^-) e ocorre extensamente apenas nos solos com deficiência de oxigênio, isto é, nos solos que são mal drenados e, portanto, pobremente arejados (ALFAIA, 2006).

A utilização de dejetos de suínos como fertilizante é uma prática bastante difundida na Região Sul do país. Nesse resíduo orgânico, o N apresenta-se, na maioria dos casos, em maior proporção na forma amoniacal ($NH_4^+ + NH_3$), podendo chegar a 70% do N total (SCHERER *et al.*, 1996). Nessa forma, o N está suscetível a perdas, principalmente por volatilização da amônia, tanto nos locais de armazenamento dos dejetos como após a sua aplicação no campo (PORT *et al.*, 2003).

Perdas de N por volatilização de amônia, na faixa de 5% a 75% do N amoniacal dos dejetos, foram relatadas por MOAL *et al.* (1995) e SOMMER & HUTCHINGS (2001). Essa ampla variação nos valores encontrados se deve tanto às condições climáticas como às características físico-químicas dos dejetos e do solo.

A concentração de N amoniacal e o pH constituem as principais características dos dejetos (SOMMER & HUTCHINGS, 2001), enquanto a velocidade do vento, a temperatura, a umidade relativa do ar e a precipitação são as principais características climáticas.

A mineralização é a transformação biológica do N orgânico do solo em N inorgânico, executada pelos microrganismos heterotróficos do solo (WIKIPEDIA, 2006)

A imobilização refere-se ao processo inverso, ou seja, é a transformação do N inorgânico em orgânico. Os microrganismos do solo assimilam as formas inorgânicas de N para formar os constituintes orgânicos de suas células e tecidos (ALFAIA, 2006).

Os compostos sintetizados pelos microrganismos podem ser parcialmente mineralizados e tornar-se disponível para as plantas. Estudos

sobre os mecanismos relacionados com a imobilização e mineralização de fertilizantes nitrogenados têm sido relatados por diversos autores (ALFAIA, 2006).

Como consequência dos processos de mineralização e imobilização, uma parte não negligenciável (20 a 50%) do N dos fertilizantes aplicada ao solo é imobilizada e incorporada nas estruturas das substâncias húmicas, tornando-se pouco disponível para as plantas (JACQUIN *et al.*, 1992).

Os experimentos com nitrogênio têm mostrado que aproximadamente 1/3 do N dos fertilizantes aplicados permanece no solo na forma orgânica após o primeiro cultivo, e somente uma pequena fração (< 15%) é aproveitada pela planta em um cultivo subsequente (KELLEY & STEVENSON, 1995).

As plantas superiores podem adquirir o nitrogênio (N) como NH_4^+ e NO_3^- - que são as formas mais comuns encontradas na solução do solo. Em comparação com o suprimento de nitrato, a utilização de NH_4^+ pode oferecer vantagens energéticas (RAVEN & SMITH, 1976).

Em relação à forma de N disponível no solo, as situações onde o nitrato ou amônio aparecem como única fonte de N é raramente encontrada nos ecossistemas terrestres naturais, pois dependem do estado de oxidação que deve ser ou muito oxidado ou reduzido para haver apenas uma das formas presente.

A absorção de N ocorre durante todo o ciclo vegetativo do milho e, apesar de as exigências nutricionais serem menores nos estádios iniciais de crescimento, pesquisas indicam que altas concentrações de N na zona radicular são benéficas para promover o rápido crescimento inicial da planta e o aumento na produtividade de grãos (SILVA *et al.*, 2005).

No estágio de quatro a seis folhas, ocorrem as diferenciações das várias partes da planta e a definição de sua produção potencial. Assim, a ocorrência de deficiência de N nesta fase reduz o número de óvulos nos primórdios da espiga (SCHRÖDER *et al.*, 2000).

Na região Sul do Brasil, algumas pesquisas têm demonstrado vantagens na aplicação do N em pré - semeadura do milho (SÁ, 1996); outras, a necessidade de aumento da dose de N no momento da semeadura para suprir a carência inicial decorrente da imobilização microbiana (SILVA *et al.*, 2005).

No cerrado nativo, a forma predominante de N mineral na pastagem, ao longo de praticamente todo o perfil, é a amoniacal, enquanto nos sistemas com culturas anuais, os teores de nitrato superam os de amônio, na camada superficial do solo (FONSECA *et al*, 2004).

2.4 REUSO AGRÍCOLA

Visto que a agricultura utiliza grande quantidade de água e que nessa atividade podem-se usar águas de qualidade inferior é inevitável que exista a tendência crescente para se encontrar na atividade agrícola a solução dos problemas relacionados com efluentes (TRENTIN, 2005).

Recomenda-se para a agricultura uma água rica em nutrientes, o que é indesejável para a água destinada ao abastecimento. A água com elevado teor salino é imprópria para uso agrícola, porém, não há restrições para seu uso na geração de energia ou mesmo para navegação. Elevadas concentrações de ferro podem comprometer seu uso na geração de energia (deposição em turbinas), mas não afetam sua utilização em navegação ou recreação. Assim, é possível estabelecer, de forma aproximada, uma gradação de usos, em função da qualidade da água, abrangendo desde as utilizações mais nobres (abastecimento, irrigação) até aqueles menos exigentes (navegação, controle de cheias) (SPERLING, 1997).

Entre os especialistas em recursos hídricos, é cada vez mais forte o convencimento de que está em processo uma grave crise de escassez de água para irrigação e para outros usos. Esta crise tem proporções internacionais, principalmente em regiões populosas do mundo, como o Oriente Médio. A utilização de águas residuárias tratadas na irrigação auxilia na economia de água doce, aumentando assim a disponibilidade de recursos hídricos para finalidades que requerem padrões de qualidade mais exigentes, como o abastecimento domiciliar e industrial (TRENTIN, 2005).

A reutilização de água recuperada para irrigação reforça a produtividade agrícola, pois contem nutrientes e melhora os rendimentos das culturas. Entretanto, requer apropriada tecnologia e confiabilidade dos

tratamentos, aceitação e participação da população, e deve ser economicamente viável (TRINIDAD, 2001).

Para SEGANFREDO (2001), o balanço de nutrientes, ou seja, as faltas ou excessos dependerão do tipo de planta, das quantidades de nutrientes (dejetos) adicionados e da maior ou menor capacidade do solo de reter os nutrientes aplicados. Dada a complexidade da questão, nenhuma ação isoladamente irá solucioná-la, fazendo-se necessário, portanto, um conjunto de medidas, dentre as quais cita-se:

1. Redução do potencial poluente dos dejetos, através do tratamento ou diminuição da excreção de elementos potencialmente poluentes.
2. Dar preferência aos sistemas de rotação de culturas sobre as monoculturas, utilizando espécies de alta e seletiva capacidade de extração de nutrientes.
3. Análise periódica do solo e das águas do solo, interrompendo-se a aplicação dos dejetos em casos de desequilíbrios ou poluição.
4. Vistoria periódica às lavouras, interrompendo o uso de dejetos, se observado fitotoxicidade ou outras reações anormais das plantas.

2.5 ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUINOCULTURA (ARS)

Na década de 70, o sistema de integração agricultura - suinocultura estava em crescimento, contribuindo para o desenvolvimento sócio - econômico rural. Porém, apesar de contribuir fortemente para o desenvolvimento da nação, hoje a legislação ambiental vigente considera a suinocultura intensiva uma fonte de produção altamente poluidora.

A prática de aplicar elevadas quantidades de dejetos no solo, como forma de retirá-los das instalações, pode provocar o acúmulo de nutrientes no solo, resultando em prejuízos diretos ao agricultor (SEGANFREDO, 2000). No entanto, ocorre que a composição química e física dos dejetos está associada, principalmente, ao sistema de manejo adotado e aos aspectos nutricionais aos

quais os animais são submetidos, fazendo com que os dejetos apresentem grandes variações na concentração dos elementos componentes (PERDOMO & LIMA, 1998).

Um dos maiores problemas existentes pela utilização das ARS esta no fato de que este resíduo carrega uma gama de nutrientes que tem a capacidade de poluir o solo quando em excesso.

Quando o solo não apresenta a capacidade de reter tais elementos, ocorre a lixiviação de alguns elementos podendo causar contaminação dos corpos d'água.

Para MATOS *et al* (1997,), a forma de disposição e depuração de esgotos e de dejetos de animais sobre o solo tem sido apontada como alternativa barata e viável. Esta forma de disposição tem por objetivo a redução dos custos de tratamento, reaproveitamento dos nutrientes e o melhoramento das condições físicas e químicas do solo; no entanto, deve ser feita de forma cuidadosa para que não venha contribuir com a contaminação de águas subterrâneas, superficiais e de plantas, por meio de metais pesados e não tragam efeitos negativos sobre características físicas e químicas do solo.

Quando se faz uso de ARS, nota-se a dificuldade por parte do agricultor em calcular a quantidade de efluente a ser lançado em função da sua qualidade nutricional. Para SEGANFREDO (2001), quando o objetivo for a manutenção da qualidade ambiental, a alternativa indicada é limitar a quantidade de dejetos em função do elemento crítico, ou seja, aquele absorvido em menor quantidade, que no caso da ARS é o cobre, para todas as culturas.

Atualmente, pela Legislação Ambiental, “Lei 9.605/98 – Lei de Crimes Ambientais”, o produtor pode ser responsabilizado criminalmente por eventuais danos causados ao meio ambiente e à saúde dos homens e animais (PERDOMO e LIMA, 2002).

A qualidade química das ARS é muito variada, alterando-se com o estágio de crescimento dos suínos e principalmente, variando com a alimentação dada a estes.

DANIEL (2005) apresenta, na Tabela 02 as características físico-químicas dos dejetos de suínos.

A maioria dos elementos presentes nas ARS são tóxicos ao solo e aos meios aquáticos quando em excesso.

A ARS quando não tratada corretamente pode causar o entupimento dos macroporos, causando o selamento superficial que dificulta a infiltração de água e a troca de gases entre a atmosfera e o solo; também oferece o risco de salinização do solo, poluição do solo e plantas com metais pesados e contaminação do homem e animais por agentes patogênicos provenientes dos dejetos (MATOS *et al.*, 1997).

O nitrogênio tem sido considerado um dos principais poluentes químicos das águas superficiais e subterrâneas.

O nitrato (NO_3^-) e o amônio (NH_4^+) ocorrem, naturalmente, em solos e águas, como produtos da mineralização do material orgânico; porém, grandes concentrações desses íons pode ocorrer quando há lançamento de material orgânico ou, então, fertilizantes nitrogenados no solo, o que pode causar riscos à saúde da população (MUCHOVEJ & RECHCIGL, 1994).

Tabela 02 Características físico-químicas dos dejetos de suínos

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 (mL/L)	220	850	429
NTK (mg/L)	1.660	3.710	2.374
Pt (mg/L)	320	1.180	578
Kt (mg/L)	260	1.140	536

Fonte: DANIEL (2005).

É desejável que todo suinocultor tenha um programa racional de controle dos dejetos, viabilizando a utilização dos mesmos, minimizando seu impacto sobre o meio ambiente (OLIVEIRA *et al.*, 2000).

2.6 EFEITO DA ÁGUA RESIDUÁRIA NO MEIO AMBIENTE

Um dos maiores problemas relacionados à suinocultura, diz respeito à qualidade ambiental. Para os órgãos ambientais, esta atividade está enquadrada como atividade de grande potencial poluidor e de degradação ambiental, uma questão que até a década de 70, não constituía um fator preocupante, pois a concentração de animais era pequena e os solos das propriedades tinham capacidade para absorver seus dejetos ou eram utilizados como adubo orgânico (OLIVEIRA, 1993, pág.10).

Através de aplicações contínuas de dejetos como fertilizante agrícola, surgiram os problemas de contaminação dos mananciais com microorganismos e minerais. Esse excesso de minerais contaminando as águas correntes, através da acumulação no solo e posterior lixiviação, constituiu um poluente implacável afetando a qualidade da água de beber além de causar mortalidade expressiva de peixes e a proliferação de insetos. Um dos problemas com esses excessos de minerais e nutrientes estão na composição e na quantidade encontradas dessas substâncias no alimento que é fornecido ao animal (LIMA, 2000),

Para DANIEL (2005), A aplicação de grandes quantidades de dejetos de suínos no solo, faz com que possa ocorrer uma sobrecarga da capacidade de filtração do solo e retenção de nutrientes dos dejetos de suínos fazendo com que alguns desses nutrientes possam atingir as águas subterrâneas ou superficiais pela lixiviação, acarretando em problemas de contaminação. Um dos principais problemas de contaminação encontrados nas águas subterrâneas é o aumento da presença de nitratos em solos adubados com dejetos de suínos não tratados ou com mau tratamento, até dez vezes maiores que a quantidade encontrada do mesmo composto em solos não tratados por dejetos. Esse acúmulo de nitrato é proveniente do excesso de nitrogênio disposto no solo.

O solo é considerado um sistema disperso e heterogêneo, possui propriedades que possibilitam sua utilização como meio de tratamento de águas residuárias. Desta maneira o solo pode ser considerado como um filtro natural, constituído pela matriz solo, com suas propriedades de adsorção química e física, pelas plantas e pelos microrganismos, podendo atuar como

depurador de águas residuárias por meio da interceptação dos sólidos em suspensão e remoção de nutrientes, além da oxidação do material orgânico promovido por bactérias que se estabelecem no próprio solo.

Entretanto, para que a disposição de efluentes líquidos no solo não traga riscos de salinização e contaminação ambiental, torna-se necessário o conhecimento da capacidade de suporte de cada sistema solo-planta para que se possa estabelecer a taxa de aplicação mais adequada, de forma a resguardar a integridade dos recursos naturais (MATOS & SEDIYAMA, 1995).

Em suas diferentes formas, o nitrogênio tem sido considerado um dos principais poluentes químicos das águas superficiais e subterrâneas. O nitrato (NO_3^-) e o amônio (NH_4^+) ocorrem, naturalmente, em solos e águas, como produtos da mineralização do material orgânico; entretanto, grandes concentrações desses íons podem ocorrer quando há lançamento de material orgânico ou, então, aplicação excessiva de fertilizantes nitrogenados no solo, o que pode causar riscos à saúde da população (MUCHOVEJ & RECHCIGL, 1994).

Em estudos recentes também foi associado ao uso de efluentes de suinocultura como fertilizante no solo o aumento de nitrogênio na forma de nitrato no Rio Mississippi (RABALAIS *et al.*, 2002).

Estudos também observaram poluição pontual de corpos d'água com contaminação de nitrato oriundos de áreas agrícolas que utilizaram água residuária de suinocultura em taxas mais altas (KANWAR *et al.*, 1997).

A utilização de dejetos de suínos como adubo substituindo o adubo comercial é uma prática muito comum, o problema está em não se conhecer totalmente o destino e o mecanismo dos nutrientes presentes neste adubo no solo (GEOHRING *et al.*, 1998).

KANWAR *et al.* (1997) observaram maior concentração de nitrato nas águas superficiais com o aumento da taxa de dejetos de suinocultura.

Pesquisas que objetivavam avaliar a concentração de amônia e sólidos suspensos em material lixiviado, em locais onde foi usados dejetos de suínos como fertilizantes, observaram níveis máximos de 88.2 mg/L^{-1} de NH_4 e 1020 mg/L^{-1} de sólidos suspensos (FLEMING e BRADSHAW 1992).

SCOTT *et al.* (1998) observaram que estudos não informam os efeitos em longo prazo de aplicação de adubo de suinocultura em relação ao íon

nitrato em locais onde ocorra a rotação de cultura alternando milho com feijão ou soja, que é uma prática comum em Iowa.

A utilização de dejetos de suínos em áreas agricultáveis pode ser uma fonte natural excelente de nutrientes para produção, porém, seu uso impróprio também pode ser uma fonte de poluição para recursos hídricos (BAKSHSH *et al.*, 1999).

Os dejetos de suínos frescos têm nitrogênio na forma orgânica que é convertida à amônia depois de aplicação no solo ou até mesmo durante o armazenamento, a amônio geralmente não lixívia até a zona de raiz, mas pode volatilizar como amônio, alguns microorganismos convertem amônio a NO_3 que é altamente solúvel e pode mover-se facilmente com a água, podendo facilmente contaminar águas superficiais, ou ser perdido pelo processo de desnitrificação (BAKSHSH *et al.*, 2000).

A utilização do adubo orgânico proveniente de dejetos de suínos como complemento à adubação nitrogenada resulta em aumento de nitrato no solo, estando este disponível e facilmente lixiviando, podendo contaminar águas superficiais, e não apresentando aumento significativo na produção de milho (OLSEN *et al.*, 1970).

2.7 ESTRUTURAS FÍSICAS DO SOLO E O CRESCIMENTO RADICULAR

A avaliação do sistema radicular de uma cultura pode ser considerado como fundamental no diagnóstico de sistemas de manejo que visam a otimização da produtividade agrícola. A distribuição das raízes no solo é resultante de uma série de processos complexos e dinâmicos, que incluem as interações entre o ambiente, o solo e as plantas em pleno crescimento. Em linhas gerais, segundo BOHM (1979), estudos sobre crescimento radicular devem ser feitos a partir da avaliação das características das raízes, como massa, comprimento e área, no tempo e no espaço, em conjunto com os fatores que influenciam a distribuição do sistema radicular, como densidade e porosidade do solo, água e ar disponíveis no solo, nutrientes e pH, dentre outros.

Sabe-se da importância da presença de matéria orgânica para diminuir a compactação do solo, normalmente é encontrado um teor de 0,5 a 5,0% nos horizontes minerais superficiais, de matéria orgânica, podendo este valor ser elevado em solos orgânicos.

A matéria orgânica é importante para os sistemas de produção agrícola, devido aos efeitos que produz nas propriedades químicas, físicas e biológicas, (SILVA. *et al*, 2005).

As águas residuárias apresentam em suas composições grandes concentrações de matéria orgânica, o que se bem utilizado pode trazer efeitos benéficos para o solo e principalmente para a cultura.

Solos com pouca quantidade de matéria orgânica em geral são compactados, a prática de lançar dejetos de suínos para diminuir a compactação com o objetivo de aumentar a concentração de matéria orgânica é muito difundido na região sul do Brasil.

Os solos agrícolas funcionam como um sistema complexo que retém e transmite água, ar, nutrientes e calor às sementes e plantas, de maneira que é fundamental um ambiente físico favorável ao crescimento radicular, para maximizar a produção das culturas (LETEY, 1985).

A porosidade está relacionada com o manejo do solo, tais como: práticas de mecanização, tipo de cultura plantada, tipo de solo, biologia e macroestrutura do solo (REYNOLDS *et al.*, 1994).

Por sua vez, foi verificado que solos excessivamente porosos são prejudiciais à absorção de água e nutrientes pelas raízes, por causa do menor contato solo/raiz provocando também menor desenvolvimento das plantas (KOOISTRA *et al*, 1992).

2.8 COMPORTAMENTO DE ÍONS NO SOLO

O solo é um corpo natural complexo e dinâmico, resultante da atuação conjunta de muitos fatores de formação, como clima, organismos vivos, material de origem, relevo e tempo, (SOUSA *et al*, 1999).

CHATEAUBRIAND (1988) aplicou doses de 0, 50, 100, 150 e 200 m³ ha⁻¹, de N na cultura do milho por meio de irrigação por sulcos e observou

tendência de aumento nas concentrações de P, K e S disponíveis, na profundidade de 0 - 0,20 m, na época da floração, o mesmo não ocorrendo no período da colheita.

KING *et al.* (1985), aplicando o efluente de lagoa anaeróbia de suinocultura no capim-coastcross, nas taxas de 335, 670 e 1.340kg de N ha⁻¹ ano, obtiveram aumento na concentração de P na superfície e de K, Na, Ca e Mg em profundidade.

Pesquisas que avaliaram a capacidade de um solo Podzólico Vermelho Amarelo, sem cobertura vegetal, em infiltrar águas residuárias de suinocultura com quatro concentrações de sólidos totais (2,40; 7,00; 16,30 e 26,90kg m⁻³) encontraram aumento nas concentrações de Ca, Cu, Zn e P nas camadas superficiais do solo (CAMPELO, 1999).

QUEIROZ *et al* (2004), em trabalho que objetivava avaliar os efeitos da aplicação de água residuária de suinocultura nas características químicas do solo, observaram que a concentração dos nutrientes P, K, Na, Zn e Cu, no solo, foi influenciada pela interação entre tratamento e pela época de amostragem, o solo que recebeu esterco líquido de suínos teve aumento na soma de bases, CTC e alumínio trocável e decréscimo do pH e da saturação por bases.

Os nutrientes P, K, Na e Zn aplicados com o esterco líquido de suínos, acumularam no solo, na profundidade de 0 – 0,20 m, sendo recomendável um monitoramento das características químicas do solo, ao longo de seu perfil e das águas subterrâneas para que se avaliem riscos de contaminação ambiental, (QUEIROZ *et al*, 2004).

BARROS *et al* (2005), Em seu trabalho objetivando estudar os efeitos da aplicação de água residuária da suinocultura sobre características químicas de um solo e avaliar a variação das formas de nitrato e amônio em relação ao nitrogênio mineralizado, sob diferentes condições de temperatura e conteúdos de água no solo, observaram predomínio do nitrogênio na forma de amônio, em todos os tempos de incubação, exceto aos 96 dias de incubação e temperatura de 25 °C, quando ocorreu predominância do nitrato em relação ao amônio, principalmente sob conteúdos de água de 0,281 e 0,241 kg-1.

Ainda BARROS *et al* (2005) verificou que a concentração de nitrogênio total no solo com água residuária de suinocultura foi, aproximadamente, 31,5%

maior que no solo incubado sem ARS, indicando, portanto, que a aplicação da água residuária de suinocultura contribuiu para o aumento do nitrogênio no solo.

BOEIRA *et al* (2002) após a aplicação de lodo de esgoto a uma dose de 486 kg ha⁻¹, verificaram aumento de 40% do nitrogênio total, em relação ao solo sem a aplicação de lodo.

GOMES *et al* (2004) avaliando o movimento do nitrato e de sais totais provenientes de águas residuárias de frigorífico em colunas de solos, observaram aumento do íon nitrato em determinadas percentagem de volume de poros do solo estudado, estes valores devem ser oriundos da mineralização da matéria orgânica do solo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de março de 2006 a agosto de 2006 no interior de um ambiente protegido do Núcleo Experimental de Engenharia Agrícola, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - campus de Cascavel, localizado na BR 467 km 16, sentido Cascavel – Toledo. O NEEA tem sua localização geográfica definida pelas coordenadas 24 48' de latitude Sul e 53 26' de longitude Oeste, com altitude de 760 metros.

A área experimental apresenta um solo classificado como Latossolo Vermelho Distroférico típico, com relevo suave a ondulado e textura muito argilosa (EMBRAPA, 1999).

Os 24 lisímetros foram construídos em um ambiente protegido com dimensões de 14 x 6 m espaçados de 0,4 x 0,5 m, com 1,2 m de profundidade (Figura 02). A metodologia usada para construção dos mesmos foi a FAO (1986).



Figura 02 Visão frontal do experimento.

Nas Figuras 03, 04 e 05 está representada a planta baixa do esquema experimental, o corte (A-A) transversal do esquema experimental e o corte (B-B) longitudinal do esquema experimental.

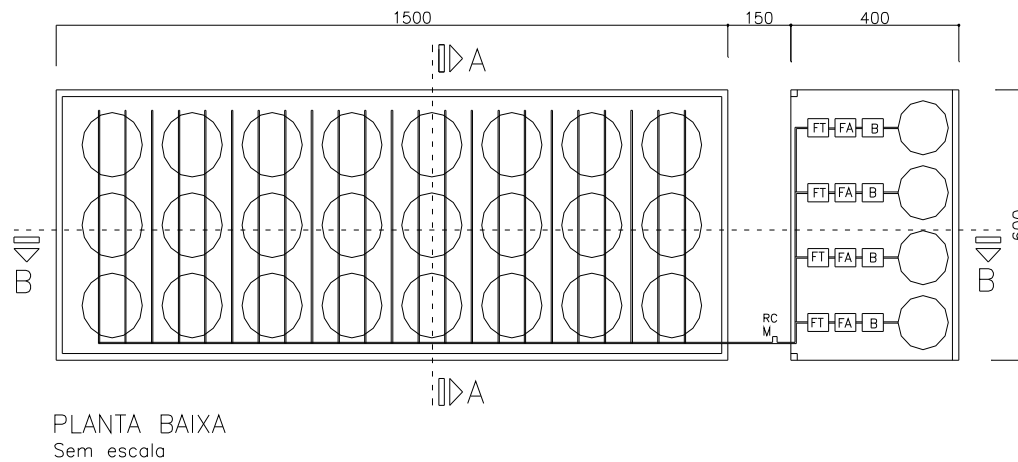


Figura 03 Planta baixa do esquema experimental.

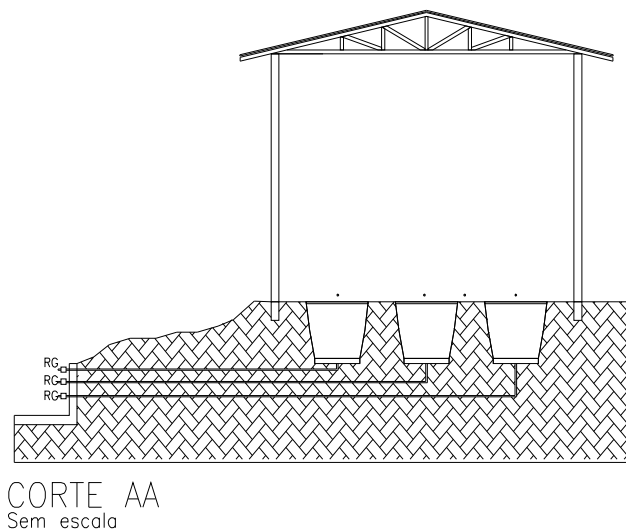


Figura 04 Corte AA do esquema experimental.

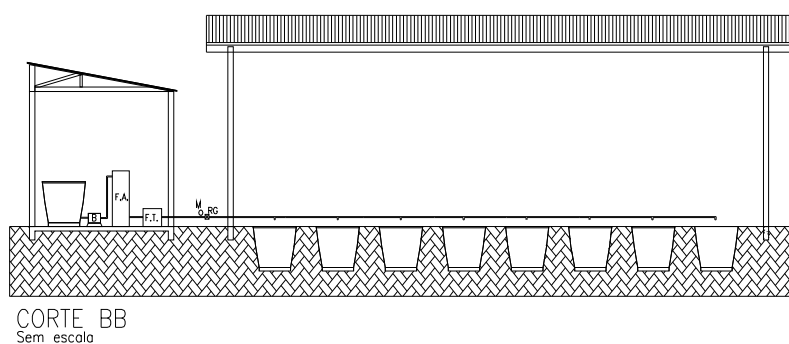


Figura 05 Corte BB do esquema experimental.

Durante a escavação para instalar os lisímetros tomou-se o cuidado de separar o solo em camadas de 0 a 10 cm de profundidade até a profundidade das caixas de fibra, o mesmo foi separado por camadas de lonas plásticas e identificadas, para melhor controle no momento de devolução do solo às caixas já enterradas. Este procedimento se fez necessário para posteriormente reconstituir o acondicionamento do solo em suas condições normais.

O solo da estufa foi cortado de maneira manual para acondicionamento das caixas de fibras, na Figura 06, observa-se os cortes no solo para acondicionamento das caixas de fibras.



Figura 06 Corte do solo para posteriormente acondicionar as caixas de fibras.

Para a drenagem dos lisímetros, na parte inferior das caixas foram adaptados tubos de 25 mm, que direcionam o percolado até o ponto final para a coleta a aproximadamente 15 m.

No fundo de cada caixa foi adicionado um sistema de tela com o objetivo de proteger contra a entrada de brita no orifício de drenagem. Acima dessa tela foram adicionados 0,10 m de pedra brita, com a finalidade de promover uma melhor drenagem do material percolado.

Depois de acrescentada a pedra brita foi colocada uma manta para que o solo não se misturasse com as pedras, facilitando assim a drenagem da água dentro do sistema. A partir desse ponto foram adicionadas as camadas de solo na ordem inversa da retirada. Para cada camada completada o solo recebeu uma leve compactação, com o auxílio de uma socadora, promovendo uma melhor acomodação deste solo. Esse procedimento foi similar para todos os lisímetros, sendo o mesmo feito com solo seco para evitar a compactação.

Após a construção dos lisímetros e instalado o sistema de irrigação, foi feita a saturação dos mesmos para melhor acomodação do solo. Por um período de 45 dias foi feita a irrigação diariamente nos lisímetros para que os mesmos estabilizassem mais rapidamente e mantivessem as mesmas condições do solo das testemunhas que foram instalados ao lado dos lisímetros.

A variedade do milho usada no experimento foi o híbrido COODETEC – OC - 705, recomendada para a região e de ciclo precoce, com população de 45.000 plantas ha⁻¹.

Os tratamentos considerados no experimento foram constituídos pela aplicação da água residuária da suinocultura, em quatro taxas de aplicação (100, 200, 300 e 400 kg N ha⁻¹) e dois níveis de adubação convencional (15 e 25 kg N ha⁻¹). De acordo com as quantidades de N total apresentada pela água residuária, pelo adubo químico usado, pela análise de solo e também pela demanda da cultura estimou-se respectivas laminas de ARS e quantidade de adubo químico para compor os tratamentos, além das testemunhas usadas conforme Tabela 4.

Tabela 04 Especificações dos tratamentos usados no experimento

Tratamento	Adubação (kg N ha ⁻¹)		Taxa de aplicação de ARS (L lisímetros ⁻¹ aplicação ⁻¹)
	Química	ARS	
T1	15	112,5	3
T2	22,5	112,5	3
T3	15	225	6
T4	22,5	225	6
T5	15	337,5	9
T6	22,5	337,5	9
T7	15	450	12
T8	22,5	450	12
T9	15	-	-
T10	22,5	-	-

Na Figura 07 apresenta uma vista geral da cultura implantada nos diferentes tratamentos considerados.



Figura 07 Vista geral do experimento implantado.

Ao longo do eixo longitudinal da área protegida, retirou-se para caracterização química do solo camadas de 0,0 – 0,20, 0,20 - 0,40, e 0,40 - 0,60 m. As Análises foram realizadas no laboratório SOLANÁLISE (Centra de Análises Ambientais Ltda.), cujos resultados apresentados na Tabela 05 propiciaram a necessidade de um controle local (blocos).

Tabela 05. Análise química do solo antes da semeadura.

Parâmetro	Bloco		
	1	2	3
pH (CaCl ₂)	6,4	5,10	4,9
MO (g dm ⁻³)	15,88	14,76	11,40
P (mg dm ⁻³)	3,67	3,54	0,82
H+Al (Cmol _c dm ⁻³)	2,74	4,61	4,28
K (Cmol _c dm ⁻³)	0,20	0,18	0,06
Ca (Cmol _c dm ⁻³)	5,06	3,0	2,16
Mg (Cmol _c dm ⁻³)	3,56	1,59	1,27
SB (Cmol _c dm ⁻³)	8,82	4,77	3,49
CTC (Cmol _c dm ⁻³)	11,56	9,38	7,77
V (%)	76,30	50,85	44,92
S (Cmol _c dm ⁻³)	8,82	4,77	3,49
B (mg dm ⁻³)	0,17	0,07	0,09
Cu (mg dm ⁻³)	9,23	8,69	7,86
Fe (mg dm ⁻³)	66,24	64,43	76,93
Mn (mg dm ⁻³)	56,67	35,80	25,30
Zn (mg dm ⁻³)	1,18	0,85	0,43

Tabela 06 Classificação dos teores de nutrientes de acordo com a análise química do solo

Amostra	P	K	MO
A1 (L2)	Médio	médio	Média
A2 (L17)	Médio	Médio	Média
A3 (L23)	Baixo	baixo	Baixa

L2: Lisímetro 02, L17: Lisímetro 17 e L23: Lisímetro 23.

Observou-se, pela Tabela 06, valores de P e K baixos e médios. Assim a adubação recomendada foi para teores baixos. Dessa forma, utilizou-se a fórmula 5-20-20 na dosagem de 80 kg N ha⁻¹. A adubação foi aplicada segundo recomendação de FANCELLI e DOURADO NETO (2000).

O resíduo líquido utilizado foi coletado de uma propriedade rural da região, transportado por um caminhão próprio para esse fim, até o local do experimento. No local do experimento o mesmo foi depositado em um tanque devidamente impermeabilizado para evitar contaminação do solo por infiltração.

Na Tabela 07 pode ser observado os resultados da análise físico-química da ARS

Tabela 07 Características físico-químicas da ARS.

Parâmetro	Resultado
Ph	7,70
NTK (mg L ⁻¹)	1745
Nitrato (mg L ⁻¹)	35
Nitrito (mg L ⁻¹)	2,78
Amônia (mg L ⁻¹)	1073
Potássio (mg L ⁻¹)	150
Fósforo total (mg L ⁻¹)	171
Condutividade (uS.cm ⁻¹)	6770
Sólidos totais (mg L ⁻¹)	5.950
Sólidos totais Fixos (mg L ⁻¹)	3.100
Sólidos dissolvidos fixos (mg L ⁻¹)	1.780
Sólidos Dissolvidos voláteis (mg L ⁻¹)	2.340
Turbidez (UT)	940
DBO (mg L ⁻¹)	2406
DQO (mg L ⁻¹)	3048
Magnésio (mg L ⁻¹)	7,50
Cálcio (mg L ⁻¹)	34,50
Cobre (mg L ⁻¹)	0,06
Zinco (mg L ⁻¹)	0,38

A aplicação da água residuária da suinocultura foi realizada durante o ciclo vegetativo e início do ciclo reprodutivo da cultura do milho (10 semanas) após 30 dias da semeadura, onde a mesma teve um maior aproveitamento dos

elementos dispostos no solo. O mesmo foi aplicado manualmente com o auxílio de regador, tomando-se o cuidado para que o resíduo fosse depositado uniformemente em toda a área, a cada 15 dias. Intercalou-se com as aplicações a simulação de chuvas prováveis no período conforme determinado por Longo *et al* (2002).

Para a caracterização da água residuária da suinocultura foram realizadas análises de amônia, cobre, condutividade elétrica, pH, nitrogênio, fósforo total, potássio, cálcio, magnésio, DQO, DBO, nitrato, nitrito, sódio, ferro, zinco, turbidez, sólidos totais fixos, sólidos totais e sólidos dissolvidos fixos, de acordo com APHA, AWWA e WEF (1998).

A semeadura foi realizada manualmente em 19 de março de 2006, utilizou-se duas sementes por cova e depois feito o desbaste. Os parâmetros avaliados foram: altura de planta, número de folhas e teor de nitrogênio na planta. Para avaliar a altura de plantas, utilizou-se uma régua graduada, medindo-se a distância entre a superfície do solo e a inserção da folha bandeira no colmo das plantas. Avaliou-se cinco plantas escolhidas ao acaso na parcela e contadas o número de folhas da mesma, da superfície do solo até a inserção da última folha. A análise do teor de nitrogênio na área foliar foi realizada a partir da coleta das folhas e posterior secagem, e envio do material moído para o Laboratório do Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu, SP, e submetidas às análises químicas, de acordo com a metodologia proposta por TEDESCO *et al* (1995).

Durante o ciclo vegetativo da cultura foram realizadas cinco coletas em todas as parcelas nas profundidades de 0,0 – 0,20, 0,20 – 0,40 e 0,40 - 0,60 m. Das cinco coletas realizadas durante a condução do experimento, uma foi realizada antes da aplicação da água residuária, uma depois da colheita, e as demais aos 40, 70, 95 Dias Após a Semeadura (DAS).

Nas datas de coleta de solo, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel, secas a sombra e ao ar, destorroadas e passadas na peneira de 2 mm, obtendo assim o material denominado Terra Fina seca ao Ar (TFSA). As amostras foram enviadas ao Laboratório do Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu, SP, e submetidas às análises químicas, de acordo com as

metodologias descritas por TEDESCO *et al* (1995). Determinou-se nitrogênio orgânico, nitrogênio inorgânico, nitrogênio amoniacal, nitrogênio total e nitrato, além da densidade aparente que foi analisada no laboratório de solos da Universidade estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE.

Para análise do percolado foram coletadas amostras dos lisímetros, nos dias em que foram realizadas as irrigações. Para controlar a quantidade de água aplicada nos lisímetros via irrigação foi realizado um teste de vazão para verificar quanto tempo o sistema ficaria ligado para atingir a lâmina necessária para o período. Nos dias de coleta do percolado, foram anotadas as quantidades de água que percolaram dos lisímetros sendo possível realizar um balanço da quantidade de água que ficou armazenada no lisímetro.

Coletou-se de todo o percolado dos lisímetros, ao longo do tempo do teste sendo realizado uma amostra composta para análise físico-química. Após coletadas, as amostras foram acondicionadas em frascos plásticos, bem vedados e levadas ao laboratório de Saneamento Ambiental da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE para realização das análises. Nas amostras de percolado foram realizadas análises de nitrato e de Nitrogênio total por Kjeldhal (NTK) de acordo com metodologia descrita em APHA, AWWA e WEF (1998).

O delineamento experimental foi realizado em blocos casualizados com esquema fatorial tendo como fatores quatro níveis de Água Residuária da Suinocultura (ARS) (112,5; 225; 337,5 e 450 kg N ha⁻¹), dois níveis de adubação química (AD) (50 e 75%), totalizando oito tratamentos com três repetições cada, além de duas testemunhas para os níveis de adubação. Porém, épocas de amostragens também foram consideradas como fator com o objetivo de avaliar o efeito temporal dos tratamentos sendo contadas a partir do dia após semeadura (DAS), que constituem em cinco datas para avaliação dos parâmetros químicos do solo (0, 40, 70, 95 e 125 DAS), nove datas para avaliação dos parâmetros agrônômicos da planta (10, 24, 35, 49, 64, 79, 94, 109 e 124 DAS) e sete datas para avaliação química do percolado (87, 102, 117, 132 e 147 DAS).

A análise estatística dos dados foi realizada a partir de análises de variância, conseqüentes desdobramentos de interações significativas,

determinando-se modelos de regressão lineares de modo a verificar os respectivos efeitos dos fatores.

Destaca-se que são apresentados apenas os modelos que foram significativos com nível de confiança mínimo de 95%, sendo que os demais não apresentaram efeitos dos tratamentos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

De modo geral, nota-se que todas as formas de Nitrogênio avaliadas, o fator ARS foi o mais significativo, quer seja isolado ou nas interações.

Na Tabela 07 apresenta-se a tabela única das ANOVA'S.

FV	SOLO					PERCOLADO		PLANTA	
	N inorg.	N org.	N amon.	Nitrato	N total	NTK	Nitrato	Altura de Planta	Teor Nitrogé
ARS	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0235	0,0339	0,0341	0,0000	0,2890
AD	0,3161	0,0265	0,3787	0,0409	0,0002	0,9975	0,4865	0,9526	0,4770
DAS	0,0000	0,0033	0,0000	0,0000	0,0025	0,0666	0,0000	0,0000	-
ARS*AD	0,1041	0,0747	0,7187	0,1121	0,0960	0,9647	0,7011	0,3008	0,9008
ARS*DAS	0,0000	0,4423	0,0000	0,0001	0,1597	0,3212	0,7793	0,5378	-
AD*DAS	0,0419	0,1677	0,9122	0,4664	0,7462	0,9865	0,4043	0,9775	-
ARS*AD*DAS	0,0002	0,3146	0,1322	0,0000	0,0340	0,6959	0,3444	1,0000	-
CV (%)	9,87%	8,17%	10,99	13%	7,55%	113,45%	132,43%	22,54%	22,22%

4.1 SOLO

4.1.1 Nitrogênio inorgânico

Na Figura 08, avaliando os gráficos de interação dos fatores (AD-ARS-DAS), nota-se que as testemunhas apresentaram uma concentração de nitrogênio inorgânico entre 60 e 90 mg/L, nos demais tratamentos observa-se um comportamento similar nas três primeiras coletas, havendo aumento em função da taxa de ARS e do DAS. Aos 95 e aos 125 DAS observou-se um comportamento linear, onde a quantidade de nitrogênio inorgânico no solo varia entre 60 e 70 mg/L, valores não considerados altos para o solo, visto que a planta pode ter sido responsável pela diminuição deste elemento. Na Figura 09, observa-se que nas testemunhas a concentração de nitrogênio inorgânico varia entre 60 e 90 mg/L, valores encontrados na AD 50%, visto que o solo

apresentava as mesmas características. Nos demais tratamentos ocorre um acúmulo inicial no solo, seguido de diminuição, provocada pelo consumo desse nutriente pela planta. Na ultima coleta observou-se também aumento linear na concentração de N inorgânico no solo.

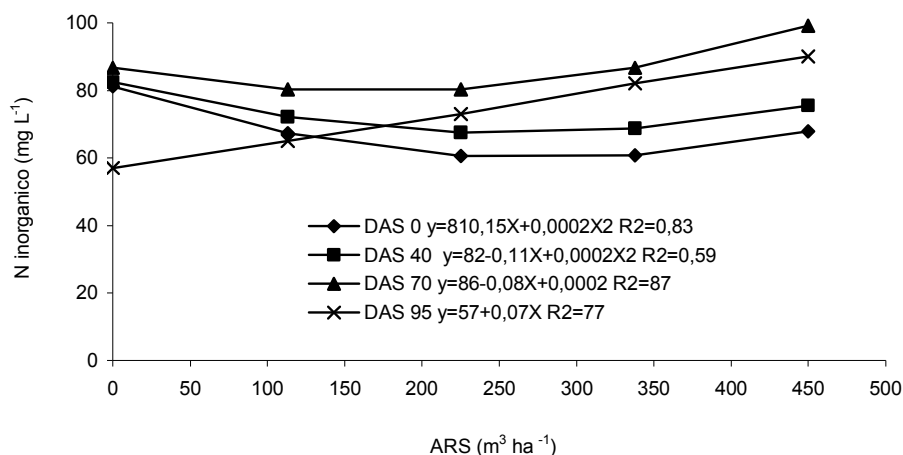


Figura 08. Comportamento do nitrogênio inorgânico do solo em função da ARS para diversas DAS dentro do fator 50% (feito ARS-AD-DAS).

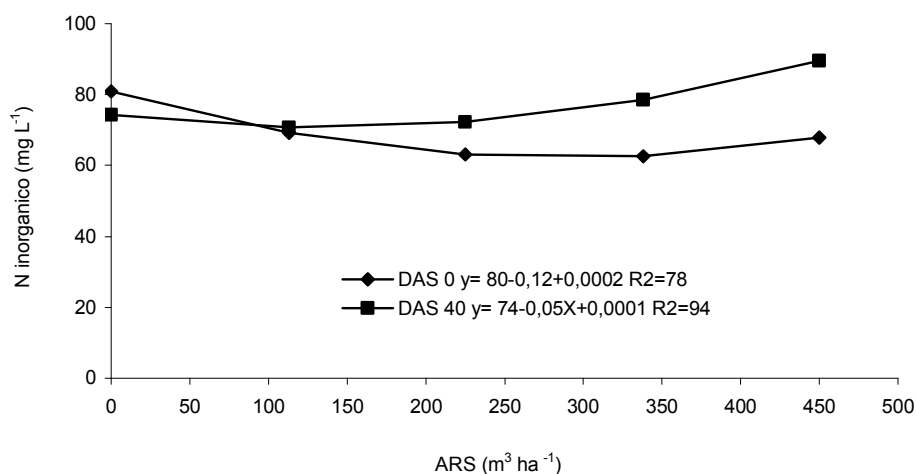


Figura 09 Comportamento do nitrogênio inorgânico do solo em função da ARS para diversas DAS dentro do fator 75% (feito ARS-AD-DAS).

Destaca-se que, possivelmente, o nitrogênio inorgânico foi mineralizado aumentando sua concentração no solo em função da taxa de ARS e do DAS, diminuindo em alguns estádios de desenvolvimento em que a planta apresentava maior necessidade desse elemento para seu desenvolvimento, principalmente nas formas inorgânicas.

No sistema solo-planta-água ocorrem vários processos que modificam as formas de nitrogênio. Alguns microrganismos assimilam as formas inorgânicas para formar os constituintes orgânicos de suas células e tecidos onde parte desses compostos sintetizados torna-se disponíveis para as plantas (ALFAIA, 2006).

De acordo com ARONSSON & BERGSTROM (2001) o aumento da disponibilidade de carbono orgânico devido a aplicação de efluentes agroindustriais pode aumentar o processo de imobilização pelos microorganismos no solo, como visto nas curvas de 125 DAS nas figuras 08 e 09.

4.1.2 Nitrogênio orgânico

Na Figura 10, a análise do desdobramento do fator AD uma maior concentração de N orgânico no nível 50%, apresentando uma tendência linear para esta variável.

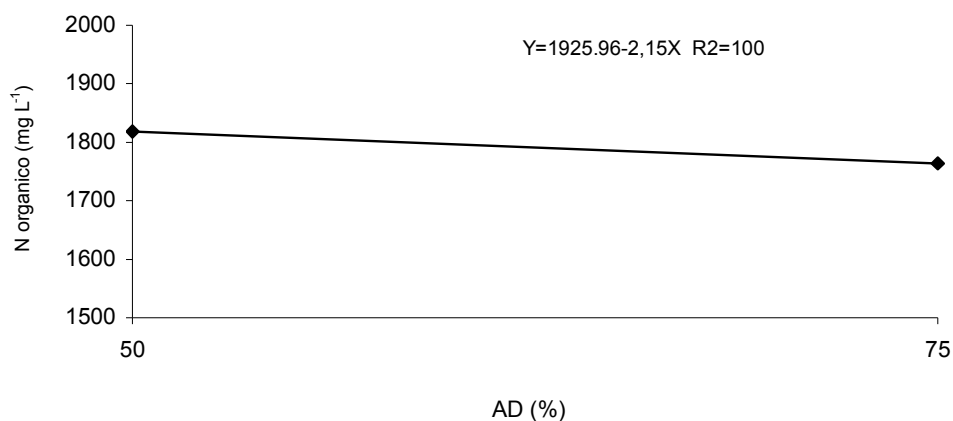


Figura 10 Comportamento do nitrogênio orgânico no solo em função do fator AD (efeito isolado).

Na Figura 11, nota-se o desdobramento de ARS para N orgânico, as maiores concentrações desse elemento estão no tratamento que não recebe água residuária, nos demais tratamentos ocorre uma diminuição e posterior tendência a aumentar em função das taxas de ARS.

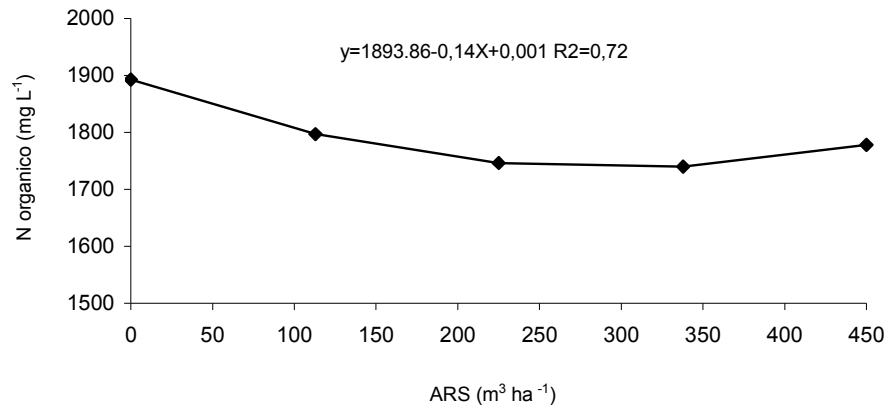


Figura 11 Comportamento do nitrogênio orgânico no solo em função do fator ARS (efeito isolado).

Na Figura 12, apresenta-se o desdobramento do fator DAS, onde a concentração de N orgânico diminui no período, apesar da adição de ARS e AD nos tratamentos, estes valores podem ser explicados pela mineralização do N orgânico do solo em N inorgânico pelos microorganismos.

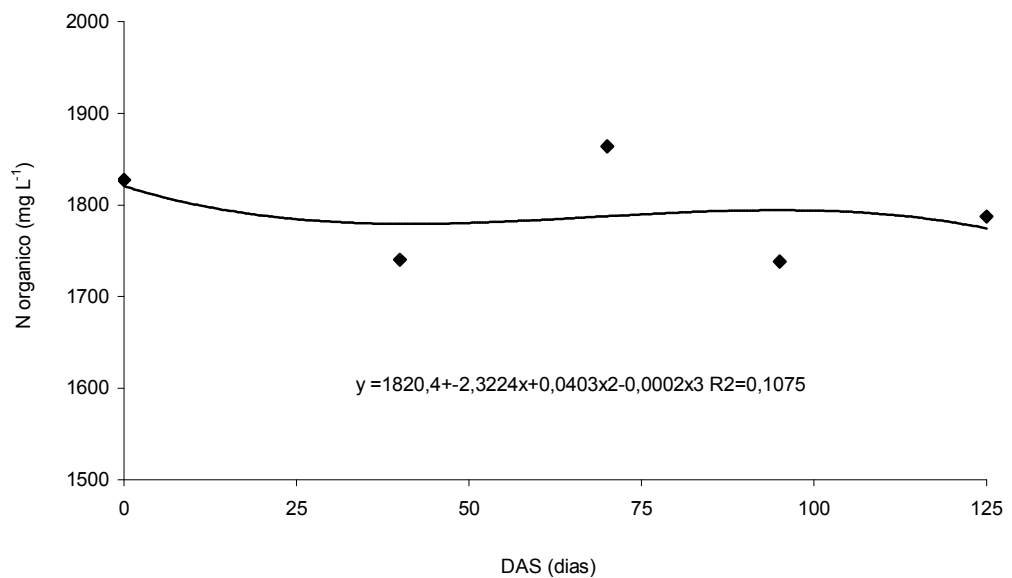


Figura 12 Comportamento do nitrogênio orgânico no solo em função do fator DAS (efeito isolado).

4.1.3 Nitrogênio amoniacal

A interação significativa (DAS-ARS), reforça a afirmação de que houve um efeito da adição de ARS. No respectivo desdobramento houve significância somente aos 70 e aos 125 DAS.

Na Figura 13, apresenta-se o gráfico de desdobramento de ARS * DAS, nota-se uma concentração entre 15 e 25 mg/L de NH_4 no tratamento que não recebe a adição de ARS, a concentração final de NH_4 é superior a inicial no tratamento onde a taxa de AR foi superior.

A diminuição inicial encontrada em algumas coletas de solo foi também verificada por PORT *et al.*, (2003), que notou perdas, principalmente por volatilização da amônia, tanto nos locais de armazenamento dos dejetos como após a sua aplicação no campo.

Perdas de N por volatilização de amônia, na faixa de 5% a 75% do N amoniacal dos dejetos, foram relatadas por MOAL *et al.* (1995) e SOMMER & HUTCHINGS (2001).

FLEMING E BRADSHAW (1992), observaram perdas de nitrogênio amoniacal no início da aplicação dos dejetos de suínos no solo pelo fato de haver microorganismos que convertem o amônio em nitrato que é altamente solúvel podendo mover-se facilmente com a água presente no solo.

O aumento na concentração de amônia aos 125 DAS pode ser entendido pelo processo de mineralização da matéria orgânica no solo pois coincide com o aumento da quantidade de ARS adicionada ao solo, e neste momento a cultura não mais necessita de nutrientes, pois esta se encontra próxima da colheita. A mineralização da matéria orgânica do solo, da qual fazem parte as reações de amonificação e nitrificação, transformam, em média, de 2% a 5% do N orgânico por ano (MOREIRA & SIQUEIRA, 2002).

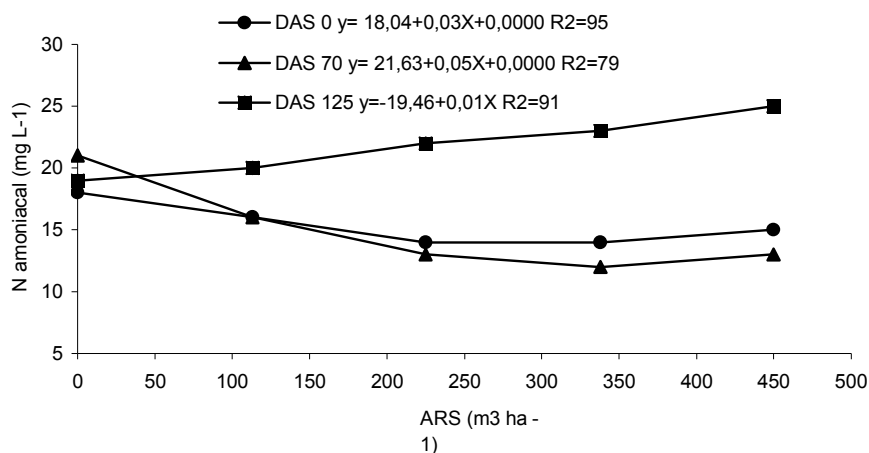


Figura 13 - Gráfico de ARS dentro de DAS para N amoniacal

4.1.4 Nitrato

Apresenta-se na Figuras 14 e 15, os gráficos das interações AD * ARS * DAS, na figura 14 observa-se que para AD 50% ocorreu um comportamento muito similar na quantidade de nitrato presente no solo, nas três primeiras coletas, no tratamento testemunha e nos tratamentos com 112 e 225 kg N ha⁻¹ apresentando nas demais ARS um aumento na concentração de nitrato, na quarta coleta no tratamento com 225 kg N ha⁻¹ de ARS o aumento na quantidade de nitrato foi mais significativo. Na ultima coleta a quantidade de nitrato apresentou um aumento linear em função das AR.

Para a AD 75%, observa-se na figura uma oscilação nas concentrações de nitrato no decorrer do tempo, essa oscilação é compreendida pelo consumo desse nutriente pela cultura. Nota-se que a concentração final de nitrato no solo foi inferior a inicial

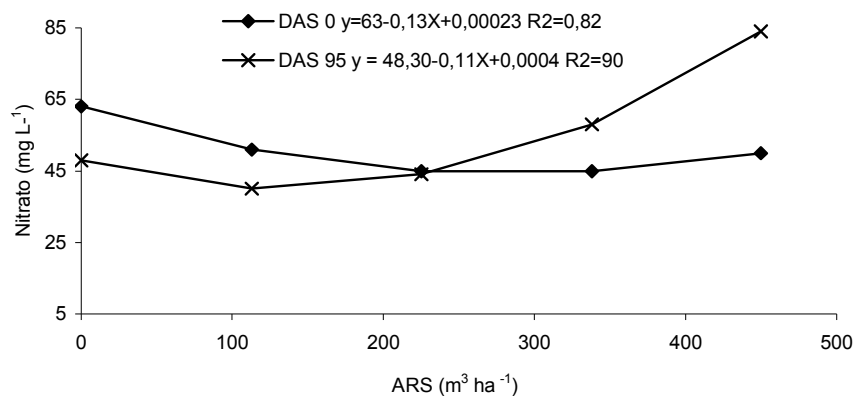


Figura 14 Interação das variáveis ARS e DAS em AD 50% para Nitrato.

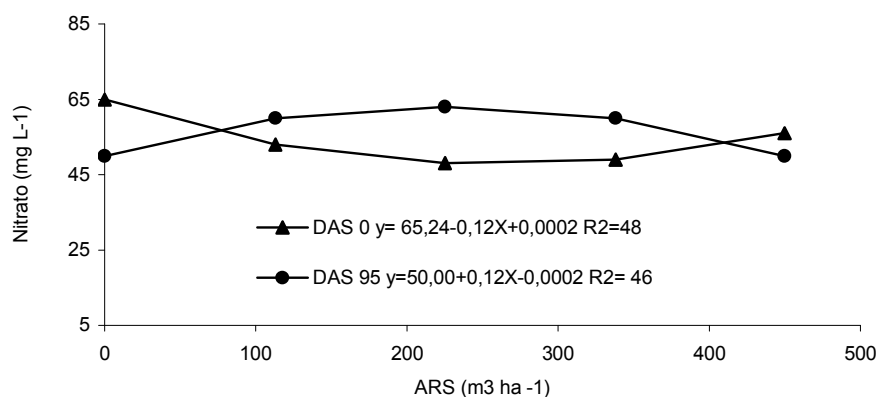


Figura 15 Interação das variáveis ARS e DAS em AD 75% para Nitrato.

A diminuição da concentração de nitrato no solo aos 95 DAS pode ter ocorrido devido ao fato da cultura estar no ciclo reprodutivo, período em que a cultura necessita de grande quantidade de N. Amado *et al* (2002) ressaltou que o N sob a forma de nitrato é o nutriente exigido em maior quantidade e o que mais influencia a produtividade do milho. Verificou-se que as concentrações finais de nitrato no solo permaneceram em menores valores que as iniciais, sabe-se que esse íon é muito exigido pela cultura, mas também se considera sua perda por lixiviação. BAKHSH *et al.* (2000), evidencia em seus estudos que a aplicação de dejetos de suínos em solos mal drenados pode provocar uma

lixiviação de nitrato ou uma perda acentuada sob a forma de gás como resultado da desnitrificação, não encontrando-se disponível no solo para as culturas. Os valores observados contradizem aos encontrados por ARONSSON & BERGSTROM (2001) que em seu estudo verificaram que a utilização da prática da fertirrigação aumenta de forma rápida as concentrações de Nitrato no solo.

4.1.5 Nitrogênio total

Observando os modelos de regressão gerados pelas médias estimadas para AD 50% verificou-se todos quadráticos, na AD 75%, somente aos 0 e 40 DAS prevaleceu o modelo quadrático, nas demais coletas os modelos sugeridos foram lineares, o que nos mostrou uma tendência em diminuir a quantidade de total no solo. CAOVILO *et al* (2006) observou resultado semelhante em estudo realizado no mesmo solo, onde a concentração de N total diminuiu em consequência da volatilização da amônia decorrente da aplicação de ARS. Verificou-se também, um aumento nas formas inorgânicas no solo. Para STEVENSON (1986), as formas inorgânicas, respondem por pequena parcela do N total, porém são de extrema importância do ponto de vista nutricional, já que são elas as absorvidas pelos vegetais e microrganismos.

Na Figura 16, observa-se a interação dos fatores DAS * ARS * AD 50%. Na primeira coleta a tendência foi de aumentar a concentração de N nos tratamentos com 112,5 e 225 kg N há⁻¹, nos demais tratamentos observou-se uma diminuição. Na segunda coleta a quantidade de N total foi constante em todos os tratamentos, inclusive nas testemunhas, onde não houve adição de ARS. Na terceira coleta a quantidade de N total apresentou um aumento nos tratamentos com maiores concentrações de ARS, o mesmo comportamento foi observado nas últimas duas coletas, sendo que aos 95 DAS a quantidade de N total foi a oposta encontrada na primeira coleta, onde ela apresentava um aumento e posterior diminuição e nesta ela apresentou uma diminuição e na sequência aumentando.

Observa-se na Figura 17, na primeira e na segunda coleta de solo uma diminuição na concentração de N total na testemunha e no tratamento com 113 kg N ha⁻¹ de ARS a partir dos demais tratamentos a concentração de N total

apresentou um aumento. Na terceira, quarta e quinta coleta as concentrações de N total apresentaram uma diminuição, podendo estar relacionada ao fato de que a AR utilizada na irrigação estar em grande parte decomposta, dessa maneira a quantidade orgânica que é responsável pelo N total já ter sido mineralizada

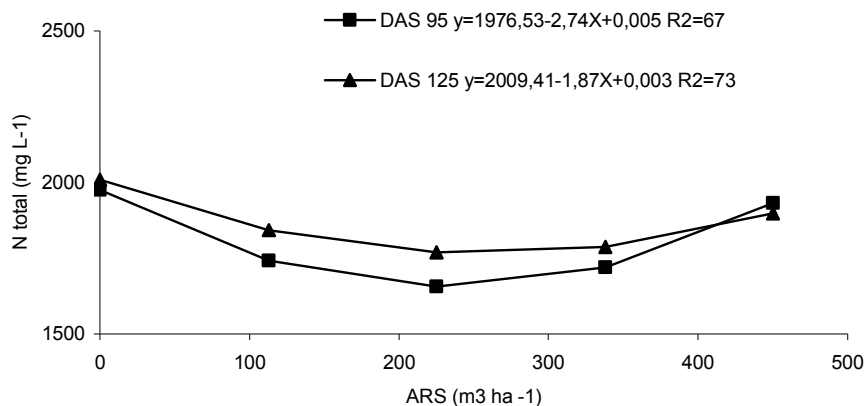


Figura 16 -Gráfico da interação das variáveis DAS * ARS * AD 50% para N total.

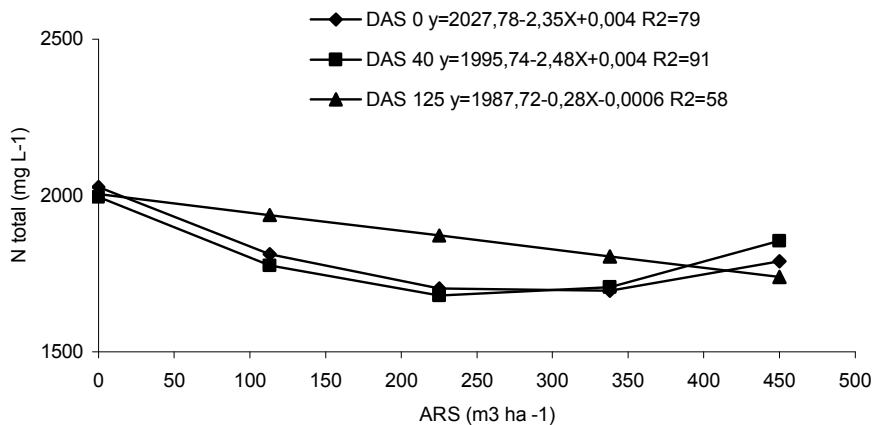


Figura 17 Interação das variáveis DAS e ARS em AD 75% para N total.

RAIJ (1991), em seu estudo observou que a dinâmica do nitrogênio (N) no solo, em curto prazo, é difícil de prever, pois depende da disponibilidade de resíduos orgânicos, da relação carbono/nitrogênio (C/N) no solo, da umidade, do pH e de outros fatores, podendo haver concentração de nitrogênio mineral no solo, em um dado momento, e, em outro, sua completa ausência.

O N sofre diversas transformações no solo, resultado de diversos processos químicos. CAMPOS (1999) relata a síntese química onde por sedimentação e filtração, é removido o nitrogênio orgânico coloidal; a maior parte do amônio (NH_4^+) é removida inicialmente por troca iônica na superfície do solo, sendo parte nitrificada quando se apresentam condições aeróbicas.

4.1.6 Densidade aparente

Observa-se uma influencia da ARS sobre a densidade aparente do solo, esta tende a diminuir como aumento da adição de ARS, isto provavelmente ocorra pelo aumento no solo de matéria orgânica que esta presente na ARS de suinocultura, a matéria orgânica tem capacidade de melhorar significativamente a qualidade estrutural de um solo, diminuindo sua compactação.

Na Figura 18 para o desdobramento de ARS, nota-se que a densidade do solo diminui em função da taxa de ARS aplicada.

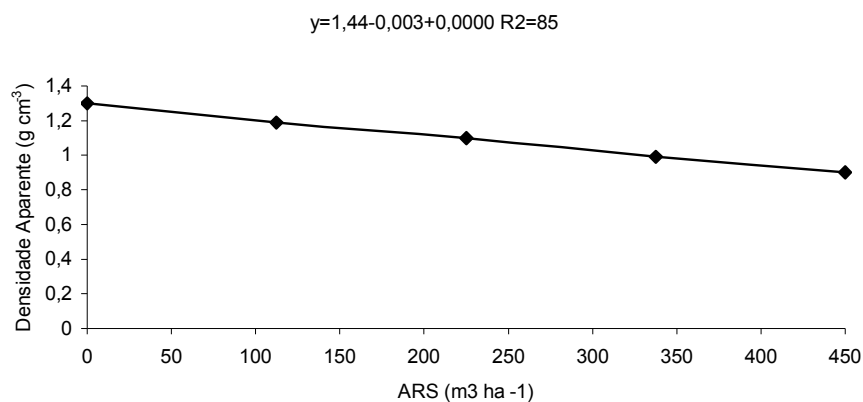


Figura 18 Desdobramento da ARS para densidade aparente.

4.2 PLANTA

4.2.1 Altura de planta

Os resultados avaliados para altura de planta nos mostram que a aplicação de ARS, foi importante no desenvolvimento da cultura, pois o elemento químico que encontra-se em maior quantidade em ARS de suinocultura é o nitrogênio, elemento de sumo importância para a cultura do milho. Os modelos de regressão gerados a partir das médias originais de altura de planta, para os fatores AR e DAS, para ARS o modelo criado foi quadrático, para DAS foi linear.

Na Figura 19 apresenta-se o desdobramento de DAS, onde observa-se um aumento na altura da planta em função do período analisado.

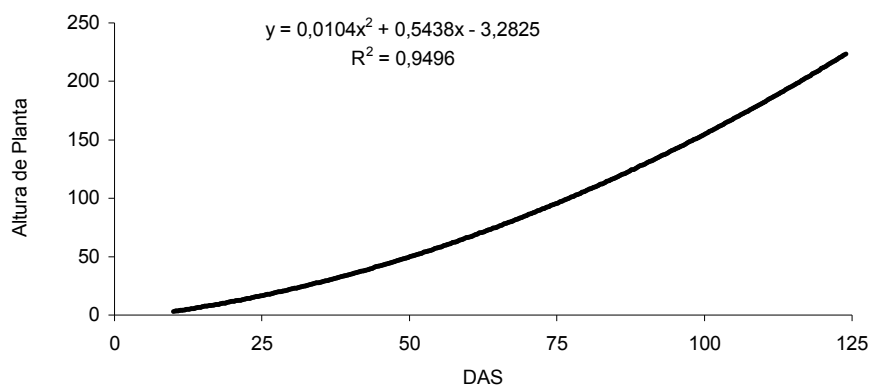


Figura 19 Desdobramento da DAS na altura de planta.

Apresenta-se na Figura 20, o desdobramento do fator ARS no parâmetro altura de planta, observa-se que nos tratamentos acima de 225 kg N há⁻¹ houve um aumento na altura das plantas, nas taxas inferiores ocorreu uma diminuição em função da altura observada nas testemunhas, onde não houve adição de ARS.

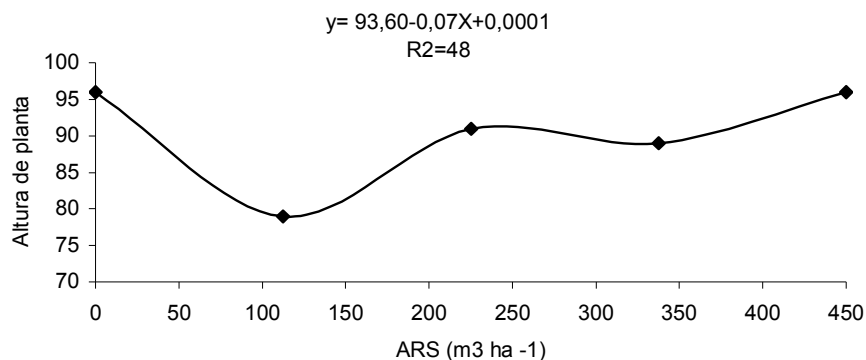


Figura 20 Desdobramento da ARS na altura de planta.

O N é o nutriente exigido em maior quantidade e o que mais influencia a produtividade do milho (AMADO *et al.*, 2002).

A absorção de N ocorre durante todo o ciclo vegetativo do milho e, apesar de as exigências nutricionais serem menores nos estádios iniciais de crescimento, pesquisas indicam que altas concentrações de N na zona radicular são benéficas para promover o rápido crescimento inicial da planta e o aumento na produtividade de grãos (SILVA *et al.*, 2005).

Os valores observados mostra-nos que a adição de ARS e de AD não foi significativa para a quantidade de N na folha, porém a adição de ARS em culturas como milho é de suma importância, pois são culturas que exigem nitrogênio em grandes quantidades, e esse elemento encontra-se nas ARS. FREITAS *et al.* (2004) em seu estudo constataram que o uso das águas residuárias de suinocultura aumentou significativamente os valores de produtividade, altura de plantas, índice de espigas, altura e peso de espigas.

JUNCHEN (2000) e RODRIGUES (2001) obtiveram excelentes resultados utilizando águas residuárias em alfaces, sugerindo que o uso dessa água pode produzir efeitos significativos de produtividade, sem a necessidade de qualquer outra adubação nitrogenada, encontrando maiores valores de nitrato na matéria fresca das plantas, mesmo com águas residuárias diluídas.

4.2.2 Teor de N na planta

Considerando a Tabela 04 onde encontra-se os valores de nitrogênio aplicado no experimento observamos que para o parâmetro de concentração de nitrogênio na planta o aumento das concentrações de ARS não apresentou valores significativos, concordando com FERNANDEZ *et al* (2001), onde o aumento dos níveis de nitrogênio apresentou efeito positivo até o nível de 120 mg N/L, após essa concentração houve um efeito negativo.

4.3 PERCOLADO

4.3.1 Nitrato

Apresenta-se na Figura 23 o desdobramento de ARS, observa-se os valores de nitrato estão muito próximo de zero, ocasionando dificuldade na avaliação da tendência de nitrato por decorrência da aplicação de ARS.

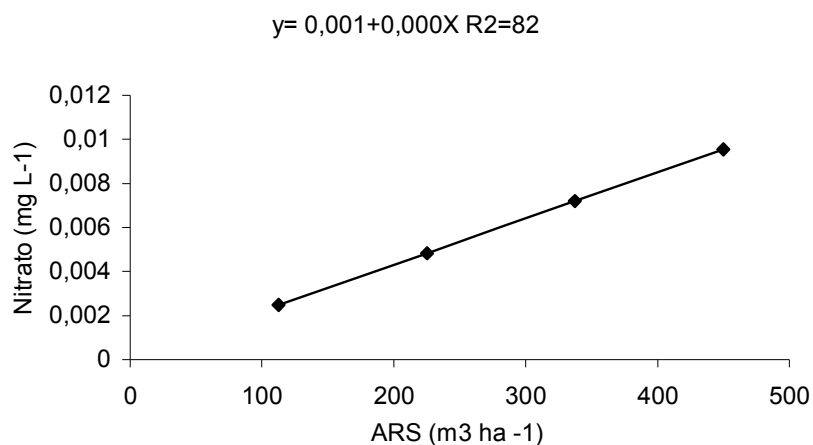


Figura 23 Desdobramento da ARS para Nitrato.

Observa-se na Figura 24 o desdobramento do fator DAS, onde verifica-se que os valores da concentração de nitrato no percolado é pequeno, dificultado a visualização da tendência, porém analisando as médias estimados verifica-se uma diminuição da concentração de nitrato no decorrer do período.

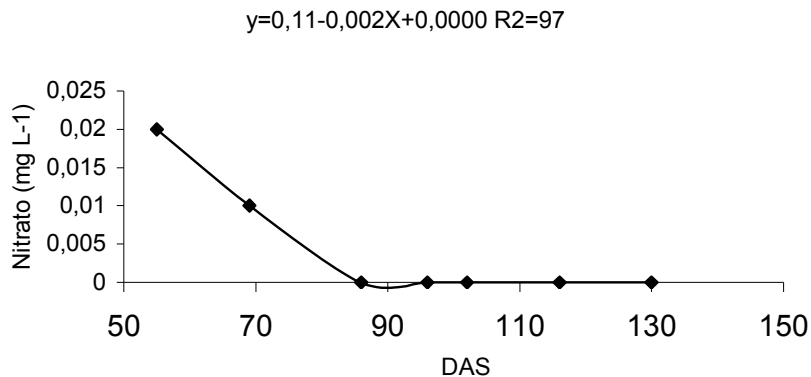


Figura 24 Desdobramento da DAS para Nitrato.

Os resultados observados a cerca da concentração do nitrato no material percolado em solo irrigado com ARS nos indica uma baixa concentração desse elemento, esses valores contrariam aos observados por KANWAR *et al*, (1997), que escreve que muitos estudos sobre poluições em solos agricultáveis por nitrato são resultados da prática de aplicação de altas quantidades de dejetos de suínos no solo.

A diminuição na concentração do nitrato no período se deve principalmente ao fato da cultura do milho requerer altas concentrações desse elemento para seu desenvolvimento, o que pode ser confirmado por YAMADA (1996), que em estudo observou que o nitrogênio é absorvido pelas plantas de milho, principalmente, na forma de nitrato.

4.3.2 Nitrogênio Total Kjeldhal

Apresenta-se na Figura 25, o desdobramento de ARS, os valores baixos dificultam observar a tendência estimada, avaliando porém as média nota-se que a concentração de NTK apresentou um aumento no material percolado.

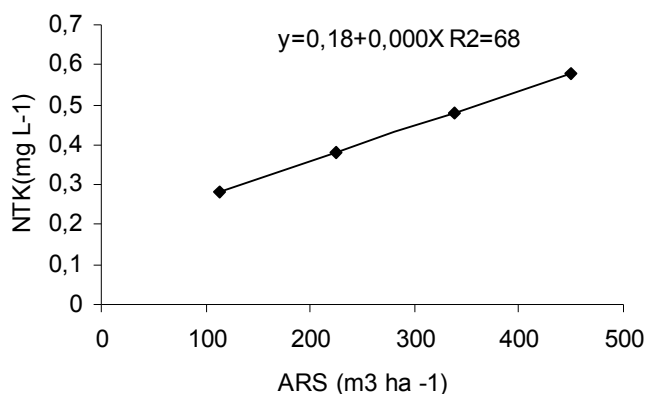


Figura 25 Desdobramento da ARS para NTK

Observa-se na Figura 26 o desdobramento do fator DAS, novamente ocorre a presença de valores com baixas concentrações, porém na avaliação das médias estimadas verifica-se que inicialmente ocorreu uma diminuição e posterior aumento da concentração desse elemento no percolado.

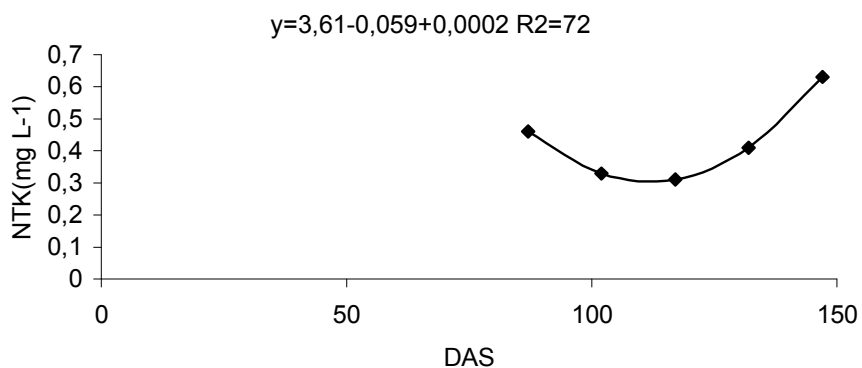


Figura 26 Desdobramento da DAS para NTK

O resultado observado no mostra que houve influencia da ARS na concentração de NTK no material percolado, esse aumento também foi observado por CAOVILLA *et al* (2006) um aumento de concentração de nitrogênio total em função dos tratamentos aplicados.

5 CONCLUSÕES

Conclui-se que a aplicação das quatro taxas de ARS e dos dois níveis de AD apresentou influencia no sistema solo-planta-água. No solo as formas de nitrogênio responderam de diferente maneira a aplicação de ARS e de AD.

Para N inorgânico observou-se uma mineralização aumentando sua concentração no solo em função da taxa de ARS e do tempo, diminuindo em alguns estágios onde a planta apresentava maior necessidade desse elemento.

O N orgânico diminui no período, apesar da adição de ARS e AD nos tratamentos.

O nitrogênio amoniacal apresentou um comportamento instável, oscilando durante o período, sua concentração final apresentou um aumento, coincidindo com o aumento da taxa de ARS.

Observou-se para o nitrato uma oscilação nas concentrações no decorrer do período, essa oscilação é compreendida pelo consumo desse nutriente pela cultura, nota-se que a concentração final de nitrato no solo foi inferior a inicial.

O nitrogênio total apresentou-se com um aumento na sua concentração em função das taxas de ARS.

Na planta com as adições de ARS e AD verificou-se que a aplicação de ARS, foi significativa para a altura de planta e nas taxas acima de 225 kg N há⁻¹ houve um aumento na altura das plantas, nas taxas inferiores ocorreu uma diminuição em função da altura observada nas testemunhas, onde não houve adição de ARS.

Para o numero de folhas a adição de ARS e AD não foi significativa.

A adição de ARS e AD para a quantidade de nitrogênio na folha não foi significativa.

No material percolado a concentração de nitrato foi alterada pela adição de ARS em suas taxas e ao longo do período.

O NTK apresentou aumento em suas concentrações ao longo do período em função da adição de ARS.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFAIA, S.S. Caracterização e distribuição das formas do nitrogênio orgânico em três solos da Amazônia Central. **Acta amazonica** v. 36, 135 – 140. 2006.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA, AWWA, WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20 ed. Washington: American Public Health Association, 1998.

ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DE CRIADORES DE SUINOS – ACCS. **Produção e Abate**. 2005. Disponível em: <www.accs.org.br/producao.htm>. Acessado em 01 jul. 2006.

BAKHSH, A. KANWAR, R.S. KARLEN D.L. Effects of liquid swine manure applications on NO₃-N leaching losses to subsurface drainage water from loamy soils in Iowa. **Agriculture, Ecosystems and Environment** v.109. p.118 –128.2005.

BAKHSH, A., KANWAR, R.S., AHUJA, L.R., imulating the effect of swine manure application on NO₃-N transport to subsurface drainage water. **Trans. ASAE** v.42, p 657–664. 1999.

BAKHSH, A., KANWAR, R.S., JAYNES, D.B., COLVIN, T.S., AHUJA, L.R., Prediction of NO₃-N losses with subsurface drainage water from manured and UAN-fertilized plots using GLEAMS. **Trans. ASAE** 43, 69–77. 2002.

BARROS. F. M.; MARTINEZ. M.; NEVES. J. C. L.; MATOS. A. T. DE.; SILVA. D. D.; Características químicas do solo influenciadas pela adição de água residuária da suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** Campina Grande, v.l.9, p.47-51, 2005.

BOEIRA, R.C.; LIGO, M.A.V.; DYNIA, J.F. Mineralização de nitrogênio em solo tropical tratado com lodos de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.11, p.1639-1647, 2002.

BOHM, W. Methods of studying root systems. New York: Springer-Verlag, 1979. 189p.

BÜLL, L.T. Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.63- 145.

CAMPELO, P.L.G. Influência da aplicação de águas residuárias de suinocultura nas características físico-hídricas e químicas de um solo Podzólico Vermelho-Amarelo. 1999. 55f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Curso de pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa.

CHATEAUBRIAND, A.D. Efeito de esterco líquido de suínos, aplicados em irrigação por sulco, na cultura do milho (*Zea mays L.*). 1988. 61f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Curso de pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa.

DANIEL, G. **Controle da poluição proveniente dos dejetos da suinocultura, reaproveitamento e valoração dos subprodutos**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental do Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2005. Curitiba – PR

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Levantamento sistemático da produção e abate de suínos. 2006. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/?ids=So6f90o4t>>. Acesso em jul. 2006.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. Fenologia do milho. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. (Coura.). **Tecnologia da produção de milho**. Piracicaba: Publique, 1997. p.131-134.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, p. 360, 2000.

FANCELLI, A.L.; LIMA, U.A. **Milho: produção, pré-processamento e transformação** agroindustrial. São Paulo: SICCI; PROMOCET; FEALQ, 1982. 112p. (Série Extensão Agroindustrial, 5).

FERNANDES, V. L. B.; NUNES, L.A.F.; FILHO, M. M.; SOUZA, V.L.; FERNANDES, M.B. **Absorção e utilização de nitrogênio em planta de sorgo cultivado em solução nutritiva**. Ciência Agronômica. Nº. 22. Fortaleza. 2001.

FERREIRA, A.C.B. **Efeitos da adubação com N, Mo e Zn sobre a produção, qualidade de grãos e concentração de nutrientes no milho**. Viçosa, 1997. 73p. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

FIGUEIREDO, S. V. de. Conflito relativo ao uso de água. in: SILVA, D. D. da; PRUSKI, F. F. **Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura**. Brasília: UFV, p. 37 - 44. 1997.

FLEMING, R.J., BRADSHAW, S.H. (1992). Contamination of subsurface drainage systems during manure spreading. ASAE Paper No. 92- 2618. **American Society of Agricultural Engineers**, St. Joseph, MI.

FNP CONSULTORIA. AGRIANUAL 2003: **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo, 2002. 544p.

FONSECA, A.D. SILVA, M.L.N.CURI, N., GUILHERME, L. R. G. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.2, p.179-186, 2004.

FREITAS, W.S.; OLIVEIRA, R.A.; PINTO, F.A.; CECON, P.R.; GALVÃO, J.C.C. Efeito da aplicação de águas residuárias de suinocultura sobre a produção do milho para silagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande. v.8, n.1, p.120-125, 2004.

GEOHRING, L.D., WRIGHT, P.E., STEENHUIS, T.S., 1998. Preferential flow of liquid manure to subsurface drains. In: Brown, L.C. (Ed.), *Drainage in the 21st Century: Food Production and the Environment*. Proceedings of the 7th Annual Drainage Symposium. Orlando, FL, p. 1–8.

GOMES. E. R. S.; SAMPAIO. S.C.; CORRÊA. M. M.; VILAS BOAS. M. A.; ALVES. L. F. A. SOBRINHO. T.A.; Movimento de Nitrato Proveniente de Água Residuária em Colunas de Solos. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v.24, n.3, p.557-568, 2004.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ - IAP. **Manual de gestão ambiental na suinocultura no estado do Paraná**. IAP – MMA-PNMAII/SEMA/IAP/FUNPAR. Curitiba. P. 164.

JACQUIN, F. ; CHELOUFI, H. ; VONG, P.C. Immobilization and mineralization kinetics of a nitrogen fertilizer in calcareous clayey soil (rendzina). **The Science Total Environment**, p. 271- 278. 1992.

KANWAR, R.S., COLVIN, T.S., KARLEN, D.L., 1997. Ridge, moldboard, chisel, and no-till effects on tile water quality beneath two cropping system. **J. Prod. Agric.** v.10, p. 227–234.

KELLEY, K.R.; STEVENSON, F.J. 1995. Forms and nature of organic N in soil. **Fertilizer Research**, v.42 p.1-11.

KING, L.D. Swine lagoon effluent applied to 'Coastal' Bermudagrass: II. Effects on soil. **Journal of Environmental Quality**, v.14, n.1, p.14-21, 1985.

KOOISTRA, M.J.; SCHOONDERBEEK, D.; BOONE, F.R>; VEEN, B.W.; NOORDWIJK, M. van. Root soil contact of maize, as measured by a thin section technique – II:effect of soil compaction. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.139, p. 119-129, 1992.

LETEY, J. Relationship between soil physical properties and crop productions. *Adv. Soil Science*. v. 1 p. 277-294, 1985.

LIMA, GUSTAVO MELLO MONTEIRO DE. **A Poluição Ambiental por Dejetos de Suínos e o Papel dos Técnicos e Nutricionistas**. 2000. Disponível em: www.bichoonline.com.br/artigos/embrapave0001.htm>. Acesso em: 08 jun. 2006.

LONGO, A. J.; SAMPAIO, S. C. Precipitação provável na região oeste do Paraná. In: XXXI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2002, Salvador Ba. **Anais**: SBEA, 2002. v. 1. p. 1-4.

LUDKE, JORGE VITOR; LUDKE, MARIA DO CARMO MARQUES. **Produção de Suínos com ênfase na Preservação do Ambiente**. 2003. Disponível em: <www.cnpsa.embrapa.br/?/artigos/2003/artigo-2003-n21.html>. Acesso em 02 jun. 2006.

MATOS, A.T.; SEDIYAMA, M.A.N. Riscos potenciais ao ambiente pela aplicação de esterco líquido de suínos ou compostos orgânicos no solo. In: SEMINÁRIO MINEIRO SOBRE MANEJO E UTILIZAÇÃO DE ESTERCO LÍQUIDO DE SUÍNOS, 1., 1995, Ponte Nova. **Anais**. Viçosa, MG: EPAMIG, 1995. p.45-54.

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

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2002. 626p.

MUCHOVEJ, R.M.C; REHCIGL, J.E. Impact of nitrogen fertilization of pastures and turfgrasses on water quality. In: LAL, R.; Stewart, B.A. (ed.). **Soil Processes and water quality**, Boca Raton: Lewis Publishers, p.91-135, 1994.

OLIVEIRA, P. A. V. DE., Manual de Manejo e Utilização dos Dejetos de Suínos. Concórdia: **EMBRAPA-CNPSA**, 1993. 188p. (EMBRAPACNPSA. Documentos, 27).

OLIVEIRA, P.A.V. Manual de Manejo e Utilização dos Dejetos de Suínos. Concórdia: **EMBRAPA-CNPSA**. 1993. 188p. (EMBRAPA-CNPSA, Documentos, 27).

OLIVEIRA, R. A.; CAMPELOS, P. L., GONÇALVES; M. A. T.; MARTINEZ, M. A; CECON, P. R. Influência da Aplicação de Águas Residuárias de Suinocultura na Capacidade de Infiltração de um Solo Podzólico Vermelho-Amarelo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** (on-line), Campina Grande, v.4, n.2, p.263-267, 2000.

OLSEN, R.J., HENSLER, R.F., ATTOE, O.J., WITZEL, S.A., PETERSON, A.L., 1970. Fertilizer nitrogen and crop rotation in relation to movement of nitrate nitrogen through soil profiles. **Soil Science** v.34, p. 448–452.

PERDOMO, C.C. & LIMA, G.J.M.M. Considerações sobre a questão dos dejetos e o meio ambiente. IN: SOBESTIANSKY, J. WENTZ, I.; SILVEIRA, P.R.S. DA & SESTI, L.A.C. (EDS). Suinocultura Intensiva: Produção manejo e saúde do rebanho. Concórdia/SC: **EMBRAPA Suínos e Aves**. 1998. p.221-235.

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

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

QUEIROZ, F. M. DE., MATOS, A. T. DE., PEREIRA, O. G., OLIVEIRA, R. A. DE., Características químicas de solo submetido ao tratamento com esterco líquido de suínos e cultivado com gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.5, p.1487-1492, 2004.

RABALAIS, N.N., TURNER, R.E., SCAVIA, D., Beyond science into policy: Gulf of Mexico Hypoxia and the Mississippi River. **Bioscience** v. 52, p.129–142. 2002.

RAVEN, J. A. & SMITH, F. A . Nitrogen assimilation and transport in vascular land plants in relation to intracellular pH regulation. **New Phytol**, p. 415-431. 1976.

REYNOLDS, W.D.; GREGORICH, E.G. & CURNOE, W.E. Characterization of water transmission properties in tilled and untilled soils using tension infiltrometers. **Soil Till. Res.**, v. 33 p.117-131, 1994.

ROPPIA, L. **A globalização e as perspectivas da produção de suínos no continente sul-americano.** 2003. Disponível em: <www.acsurs.com.br/resumo.html>.

SÁ, J.C.M. Efeito de doses e época de aplicação de nitrogênio na produção de milho, após resteva de aveia preta (*Avena strigosa*), sob plantio direto. In: **FUNDAÇÃO ABC**. Resultados de pesquisa 88/89. Ponta Grossa, 1989. (Boletim Técnico, 4).

SÁ, J.C.M. Manejo do nitrogênio na cultura do milho no sistema plantio direto. Passo Fundo, **Aldeia Norte**, p. 24. 1996.

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

SCHRÖDER, J.J.; NEETESON, J.J.; OENEMA, O. & STRUIK, P.C. Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production. **Reviewing the state of the art**. Field Crop Res., v. 66 p.151-154, 2000.

SCOTT, C.A., GEOHRING, L.D., WALTER, M.F., Water quality impacts of tile drains in shallow, sloping, structured soils as affected by manure application. Appl. **Eng. Agric.** 14, 599– 603. 1998.

SEGANFREDO, M.A. A Questão ambiental na utilização de dejetos de suínos como fertilizante do solo. **EMBRAPA - Suínos e Aves**. Concórdia - SC. 35p. (Circular Técnica 22).2000.

SILVA, V.R.; REINERT, D.J. & REICHERT, J.M. Densidade do solo, atributos químicos e sistema radicular do milho afetados pelo pastejo e manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 24 p. 191-199, 2000.

SILVA. E, C., FERREIRA. S, M, .SILVA. G, P. ,ASSIS. R, L,. GUIMARÃES. G, L. Épocas e formas de aplicação de nitrogênio no milho sob plantio direto em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v.29 p.725-733, 2005.

SOARES, M. A. **Influência de nitrogênio, zinco e boro e de suas respectivas interações no desempenho da cultura de milho (zea mays l.)** Dissertação de estrado em Agronomia, Área de Concentração: Fitotecnia. P i r a c i c a b a Estado de São Paulo – Brasil Julho - 2003

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

SPERLING, E. von. Qualidade da água. In: SILVA, D. D. da; PRUSKI, F. F. **Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura**. Brasília: UFV, p. 89 - 114. 1997.

STEVENSON, F.J. Cycles of soil: carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients. New York: **J. Wiley**, 1986. 380p.

TRENTIN C. V. **Diagnóstico voltado ao planejamento do uso de águas residuárias para irrigação nos cinturões verdes da região metropolitana de curitiba-pr** Dissertação de Mestrado em Agronomia, curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2005.

WIKIPÉDIA Enciclopédia. Milho. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Milho>. Acesso em set. 2006.

YAMADA, T. Adubação nitrogenada do milho. Quanto, como e quando aplicar? **Informações Agronômicas**, v.74, p.1-5, 1996.

ANEXOS

Tabela 01-A Análise de variância, desdobramento e modelos de regressão para N inorgânico.

Causas de variação					
Fatores	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
DAS	4	4711,53	1177,88	21,658	0,0000
ARS	4	2135,40	533,85	9,816	0,0000
AD	1	55,20	55,20	1,015	0,3161
AD * ARS	4	429,69	107,42	1,975	0,1041
AD*DAS	4	560,89	140,22	2,578	0,0419
ARS * DAS	16	3622,06	226,37	4,162	0,0000
ARS*AD*DAS	16	2822,04	176,37	3,243	0,0002
Erro	100	5438,66	54,38		
Análise do desdobramento de AR *AD * DAS					
Fatores	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ARS = 50 / 0	4	1011,06	252,76	4,648	0,0017
ARS = 50 / 40	4	720,93	180,23	3,314	0,0135
ARS = 50 / 70	4	808,66	202,16	3,717	0,0072
ARS = 50 / 95	4	2608,66	652,16	11,991	0,0000
ARS = 50 / 125	4	212,66	53,16	0,978	0,4227
ARS = 75 / 0	4	834,26	208,56	3,835	0,0060
ARS = 75 / 40	4	722,26	180,56	3,320	0,0133
ARS = 75 / 70	4	530,26	132,56	2,437	0,0516
ARS = 75 / 95	4	1105,33	276,33	5,081	0,0009
ARS = 75 / 125	4	455,06	113,76	2,092	0,0870
Modelos de regressão					
Desdobramentos (AD – DAS)	Modelo	B0	B1	B2	R
(50 / 0)	Quadrático	81 (0,00001*)	- 0,15 (0,0004) *	0,0002 (0,0029) *	83
(50 / 40)	Quadrático	82 (0,00001) *	- 0,11 (0,0070) *	0,0002 (0,0142) *	59
(50 / 70)	Quadrático	86 (0,00001) *	- 0,08 (0,0489) *	0,0002 (0,0068) *	87
(50 / 95)	Linear	57 (0,00001) *	0,07 (0,6597)	-	77
(75 / 0)	Quadrático	80 (0,00001) *	- 0,12 (0,0028) *	0,0002 (0,0151) *	78
(75 / 40)	Quadrático	74 (0,00001) *	- 0,05 (0,2240)	0,0001 (0,0367) *	94

ARS = Água residuária de Suinocultura AD = Adubação; DAS = dias após a semeadura; * nível de significância; GL = grau de liberdade, QM = quadrado médio, SQ = soma dos quadrados. CV = 9,87%; Média geral = 74,70; Número de observações = 150.

Tabela 02-A Análise de variância e modelos de regressão para nitrogênio orgânico.

Causas de variação					
Fatores	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
DAS	4	362117,82		4,226	0,0033
ARS	4	635705,89	158926,47	7,418	0,0000
AD	1	108649,12	108649,12	5,071	0,0265
AD * ARS	4	188269,84	47067,46	2,197	0,0747
AD*DAS	4	141384,57	35346,14	1,650	0,1677
ARS * DAS	16	349764,57	21860,28	1,020	0,4423
ARS*AD*DAS	16	397070,62	24816,91	1,158	0,3146
Erro	100	2142355,33	21423,55		
Modelos de regressão					
Desdobramentos	Modelo	B0	B1	B2	R
AD	Linear	1925,96 (0,00001) *	- 2,15 (0,0265) *	-	100
ARS	Quadrático	1893,86 (0,00001) *	- 1,04 (0,0001) *	0,001 (0,024) *	72

DAS = Dias após a semeadura / ARS = Água residuária de suinocultura / AD = Adubação

CV = 8,17 média geral = 1791,39 numero de observações = 150

* = nível de significância,

Tabela 03-A Análise de variância, desdobramentos e modelos de regressão para nitrogênio amoniacal.

Causas de variação					
Fatores	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
DAS	4	1074,04	268,51	65,06	0,0000
ARS	4	114,77	28,69	6,953	0,0001
AD	1	3,22	3,22	0,782	0,3787
AD * ARS	4	8,64	2,16	0,523	0,7187
AD*DAS	4	4,04	1,01	0,245	0,9122
ARS * DAS	16	543,96	33,99	8,238	0,0000
ARS*AD*DAS	16	96,09	6,00	1,455	0,1322
Erro	100	412,66	4,12		
Análise do desdobramento de ARS dentro de cada nível de DAS					
FV	GL	S,Q	QM	Fc	Pr>Fc
ARS 0	4	70,46	17,61	4,26	0,0031
ARS 40	4	76,80	19,20	4,65	0,0017
ARS 70	4	386,86	96,71	23,43	0,0000
ARS 95	44 4	2,46	0,61	0,14	0,9628
ARS 125	4	122,13	30,53	7,39	0,0000
Modelos de regressão					
Desdobramentos (ARS – DAS)	Modelo	B0	B1	B2	R
0 - 0	Quadrático	18,048 (0,00001) **	0,03 (0,0002) *	0,00006 (0,0014) *	95
225 - 70	Quadrático	21,63 (0,00001) *	0,05 (0,00001) *	0,00008 (0,00001) *	79
450 - 125	Linear	19,46 (0,00001) *	0,01 (0,00001) *	-	91

DAS = Dias após a semeadura / ARS = Água residuária de suinocultura / AD = Adubação

CV = 10.99 média geral = 18.48 número de observações = 150

* = nível de significância.

Tabela 04-A - Tabela de Análise estatísticas e modelos de regressão para Densidade aparente.

Causas de variação					
Fatores	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
AD	1	0,10	0,10	2,29	0,1339
ARS	4	3,60	0,90	20,64	0,0000
AD * ARS	4	0,40	0,10	2,29	0,0667
Bloco	2	0,60	0,30	6,88	0,0018
Erro	78	3,40	0,04		
Modelos de regressão					
Desdobramentos	Modelo	B0	B1	B2	R
ARS	Quadrático	1,44 (0,0000) *	- 0,003 (0,0000) *	0,0000 (0,0000) *	85
AD	Quadrático	0,93 (0,0000) *	0,002 (0,1339)	0,0000 (0,9999)	100

ARS = Água residuária de suinocultura / AD = Adubação
 CV = 18.98 média geral = 1.10 número de observações = 90

- = nível de significância.

Tabela 05-A Análise de variância, desdobramentos e modelos de regressão para nitrato.

Causas de variação					
Fatores	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
DAS	4	4588,16	1147,09	20,447	0,0000
ARS	4	1435,09	358,77	6,395	0,0001
AD	1	240,66	240,66	4,290	0,0409
AD * ARS	4	432,00	108,00	1,925	0,1121
AD*DAS	4	202,20	50,55	0,901	0,4664
ARS * DAS	16	3106,24	194,14	3,461	0,0001
ARS*AD*DAS	16	4358,13	272,38	4,855	0,0000
Erro	100	5610,00	56,10		
Análise do desdobramento de AR *AD * DAS					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ARS = 50 0	4	773,06	193,26	3,445	0,0110
ARS = 50 40	4	320,93	80,23	1,430	0,2289
ARS = 50 70	4	441,33	110,33	1,967	0,1049
ARS = 50 95	4	4048,66	1012,16	18,04	0,0000
ARS = 50 125	4	110,26	27,56	0,491	0,7417
ARS = 75 0	4	1095,06	273,76	4,880	0,0012
ARS = 75 40	4	1013,73	253,43	4,518	0,0021
ARS = 75 70	4	271,06	67,76	1,208	0,3115
ARS = 75 95	4	991,60	247,90	4,419	0,0025
ARS = 75 125	4	265,73	66,43	1,184	0,3217
Modelos de regressão					
Desdobramentos (AD – DAS)	Modelo	B0	B1	B2	R
(50 – 0)	Quadrático	63,10 (0,00001)	- 0,13 (0,0029)	0,00023 (0,0135)	82
(50 – 95)	Quadrático	48,30 (0,00001)	- 0,11 (0,0090)	0,0004 (0,0000)	90
(50 – 125)	Quadrática	44,63 (0,00001)	0,03 (0,4188)	- 0,00006 (0,4844)	37
(75 – 0)	Quadrático	65,24 (0,00001)	- 0,12 (0,0035)	0,0002 (0,0090)	48
(75 – 40)	Linear	5692 (0,00001)	0,02 (0,0323)	-	26

DAS = Dias após a semeadura / ARS = Água residuária de Suinocultura / AD = Adubação CV = 13 média geral = 56,09 número de observações = 150

* = nível de significância.

Tabela 06-A Análise de variância, desdobramentos e modelos de regressão para nitrogênio total.

Causas de variação					
Fatores	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
DAS	4	351494,97	87873,74	4,420	0,0025
ARS	4	488014,37	122003,59	5,293	0,0235
AD	1	105231,52	105231,52	6,137	0,0002
AD * ARS	4	161382,50	40345,62	2,029	0,0960
AD*DAS	4	133891,50	33472,87	0,741	0,7462
ARS * DAS	16	235644,29	14727,76	1,684	0,1597
ARS*AD*DAS	16	589723,62	36857,72	1,854	0,0340
Erro	100	1988056,66	19880,56		
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Análise do desdobramento de AR *AD * DAS					
ARS = 50 0	4	83466,26	20866,56	1,050	0,3849
ARS = 50 40	4	34440,40	8610,10	0,433	0,7841
ARS = 50 70	4	37084,40	9271,10	0,466	0,7600
ARS = 50 95	4	348800,40	87200,10	4,386	0,0026
ARS = 50 125	4	152453,73	38113,43	1,917	0,1129
ARS = 75 0	4	271819,60	67954,90	3,418	0,0115
ARS = 75 40	4	210236,93	52559,23	2,644	0,0377
ARS = 75 70	4	47955,06	11988,76	0,603	0,6609
ARS = 75 95	4	56820,93	14205,23	0,715	0,5834
ARS = 75 125	4	231687,06	57921,76	2,913	0,0249
Modelos de regressão					
Desdobramentos (AD – DAS)	Modelo	B0	B1	B2	R
(50 – 95)	Quadrático	1976,53 (0,00001) *	- 2,74 (0,0010) *	0,005 (0,0009) *	67
(50 – 125)	Quadrática	2009,41 (0,00001) *	- 1,87 (0,0218) *	0,003 (0,0372) *	73
(75 – 0)	Quadrático	2027,78 (0,00001) *	- 2,35 (0,0044) *	0,004 (0,0201) *	79
(75 – 40)	Quadrática	1995,74 (0,00001) *	- 2,48 (0,0027) *	0,004 (0,0060) *	91
(75 – 70)	Linear	1983,07 (0,00001) *	- 0,32 (0,1567)	-	84
(75 – 95)	Linear	1864,59 (0,00001) *	- 0,23 (0,3044)	-	37
(75 – 125)	Linear	2005,19 (0,00001) *	- 0,59 (0,0113) *	-	57

DAS = Dias após a semeadura / ARS = Água residuária de suinocultura / AD = Adubação

CV = 7.55 média geral =1867,15 número de observações = 150

* = nível de significância.

Tabela 07-A Análise estatísticas e modelos de regressão para altura de planta.

Causas de variação					
Fatores	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
DAS	8	1493163,40	186645,42	446,63	0,0000
ARS	4	11155,79	2788,94	6,674	0,0000
AD	1	1,48	1,48	0,004	0,9526
AD * ARS	4	2051,70	512,92	1,227	0,3008
AD*DAS	8	871,31	108,91	0,261	0,9775
ARS * DAS	32	12805,74	400,17	0,958	0,5378
ARS*AD*DAS	32	2701,16	84,41	0,202	1,0000
Erro	180	75220,00	417,88		
Modelos de regressão					
Desdobramentos	Modelo	B0	B1	B2	R
ARS	Quadrático	93,60 (0,00001) *	- 0,07 (0,0042) *	0,0001 (0,0009) *	47
DAS	Quadrático	-3,28 (0,4295)	0,54 (0,0003) *	0,010 (0,0000) *	94

ARS = Água residuária de Suinocultura / AD = Adubação / DAS = dias após a
semeadura.

CV = 22.54 média geral = 90.68 número de observações = 270

* = nível de significância.

Tabela 08-A. Análise de variância para teor de N na planta.

Tabela de Análise de Variância					
Causas de Variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
AD	1	9,63	9.63	0.52	0.4770
ARS	4	98,86	24.71	1.35	0.2890
Bloco	2	17,26	8.63	0.47	0.6308
AD * ARS	4	18,86	4.71	0.25	0.9008
Erro	18	238,73	18.26		
CV	22,22				
Média geral	19,23				
Numero de observações	30				

ARS = Água residuária de suinocultura / AD = Adubação

Tabela 09-A. Análises estatística para Nitrato.

Causas de variação					
Fatores	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
AD	1	0,0000	0,0000	0,492	0,4865
ARS	3	0,0018	0,0006	3,131	0,0341
DAS	6	0,0252	0,0042	21,639	0,0000
ARS * AD	3	0,0002	0,0000	0,475	0,7011
ARS * DAS	18	0,0024	0,0001	0,715	0,7793
AD * DAS	6	0,0012	0,0002	1,052	0,4043
ARS * AD * DAS	10	0,0022	0,0002	1,154	0,3444
Erro	48	0,0093	0,0001		
Modelos de regressão					
Desdobramentos	Modelo	B0	B1	B2	R
ARS	Linear	0,001* (0,6475) *	0,000* (0,0089) *	-	82
DAS	Quadrático	0,11 (0,0000) **	-0,002 (0,0000) *	0,0000* (0,0004) *	97

ARS = Água residuária de suinocultura / AD = Adubação / DAS = Dias após a
semeadura

CV = 132.42 média geral = 0.01 número de observações = 96

* = nível de significância.

Tabela 10-A Análises estatística para NTK.

Causas de variação					
Fatores	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
AD	1	0,00	0,00	0,000	0,9975
ARS	3	2,20	0,73	3,034	0,0339
DAS	4	2,21	0,55	2,293	0,0666
ARS * AD	3	0,06	0,02	0,092	0,9647
AD * DAS	4	0,08	0,02	0,086	0,9865
ARS * DAS	12	3,38	0,28	1,167	0,3212
ARS * AD * DAS	12	2,18	0,18	0,753	0,6959
Erro	80	19,33	0,24		
Modelos de regressão					
Desdobramentos	Modelo	B0	B1	B2	R
ARS	Linear	0,18 (0,1008)	0,000 (0,0147) *	-	68
DAS	Quadrático	3,61 (0,0266) *	-0,059 (0,0376) *	0,00002 (0,0293) *	72

ARS = Água residuária / AD = Adubação / DAS = Dias após a semeadura
 CV = 113,45 média geral = 0.43 número de observações = 120

- = nível de significância.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)