

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM CONSERVAÇÃO E MANEJO DE
RECURSOS NATURAIS – NÍVEL MESTRADO

DANIELA DA ROCHA HERRMANN

ASSOCIAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DA SUINOCULTURA E ADUBAÇÃO MINERAL
NO CULTIVO DE AVEIA-PRETA

CASCADEL-PR

Agosto/2013

DANIELA DA ROCHA HERRMANN

ASSOCIAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DA SUINOCULTURA E ADUBAÇÃO MINERAL
NO CULTIVO DE AVEIA-PRETA

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Conservação e Manejo de Recursos Naturais – Nível Mestrado, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, da Universidade estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Conservação e Manejo de Recursos Naturais.

Área de Concentração: Conservação e Manejo de Recursos Naturais

Orientador: Sílvio Cesar Sampaio

CASCADEL-PR

Agosto/2013

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Ficha catalográfica elaborada por Jeanine da Silva Barros CRB-9/1362

H473a Herrmann, Daniela da Rocha
Associação de água residuária da suinocultura e adubação mineral
no cultivo de aveia-preta. / Daniela da Rocha Herrmann — Cascavel, PR:
UNIOESTE, 2013.

19 p.

Orientador: Prof. Dr. Silvio Cesar Sampaio
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do
Paraná.
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Conservação e
Manejo de Recursos Naturais, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde.
Bibliografia.

1. Fertilidade do solo. 2. Lixiviação de nutrientes. 3. Lisímetros de
drenagem. I. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. II. Título.

CDD 21.ed. 636.4

Dedicatória

*Com carinho, dedico este trabalho
à minha mãe Marlene, que com amor,
competência e alegria apoiou
e participou da minha caminhada.*

Agradecimentos

Á Deus, pela oportunidade da vida, pela fé, equilíbrio, por colocar as melhores pessoas em meu caminho e pela eterna proteção.

Á minha família pelo apoio em todos os momentos e de todas as formas possíveis, sem os quais não teria sido possível a concretização desse trabalho, em especial a minha mãe pelo amor, carinho, dedicação e confiança desde o início da minha caminhada.

Aos meus irmãos Leniana, Cíntia, Camila, Luiz Henrique e Ana Luiza, minha exclusiva e maravilhosa coleção, pelo amor, paciência e confiança e aos pequenos sobrinhos Luís Otávio e Benjamin, alegria infinita na vida da tia Dani.

Aos compadres e grandes amigos Ana Neri e Douglas Bausewein e ao pequeno sobrinho Nicolas que está a caminho, pela grande amizade, compreensão e carinho.

Aos compadres Ana Paula Leonel e Anderson Squinzani, pela confiança, carinho e amizade absoluta.

Aos compadres Ninha e André Vier e ao afilhado lindo Davi Henrique, pela compreensão, confiança, alegria e amizade infinita.

As minhas parceiras de apartamento, Amanda e Cristina pelas horas de convivência e alegria e em especial a Katy pela grande amizade e dedicação.

Aos amigos Juliete, Ziza, Kassiana, Taiomara, Bernardo, Karine, Sadraque, Maria Carolina, pelos momentos de descontração, conversas e por torcerem por mim desde o início desta caminhada.

Ao amigo e parceiro de todas as horas Guilherme Bazarin, pela grande ajuda principalmente na finalização deste trabalho, obrigada pela dedicação, compreensão, confiança e carinho.

Aos queridos Amigos escoteiros, Francelo, Cassiano, Aline, João Paulo Frai e Leonardo Strey pelo companheirismo de sempre.

Ao amigo Renato Padilha Silva, pela dedicação e ajuda, pelas idas e vindas do campo ao laboratório e por todas as horas de companheirismo durante esta caminhada.

A todos os colegas de mestrado e laboratório, Márcio Piloneto, Mauren Sorace, Denise Palma, Carla, Fábio, Adriana, Shayane, Ana Maria e principalmente a Ana Paula Castaldelli e Marcelo Remor pela ajuda nos trabalhos de campo e laboratório, pelos momentos de descontração e parceria.

A professora Irene Carniatto e colegas do laboratório de educação ambiental, pela oportunidade de realizar o estágio de docência e confiança.

Aos colegas de trabalho e orientadores dos projetos de Sementes Crioulas e Agroecologia e Projeto de Implantação do peixe na merenda escolar, Wilson Zonin, Armin Feiden, Ana Maria Silva, Ana Paula Leonel e Adriana Maria de Grandi pelos ensinamentos, parceria e amizade.

Aos companheiros de trabalho do Programa Paranaense de Certificação de Produtos Orgânicos, Regina Garcia, Sandra Toillier, Hadrien Constanty e Ana Paula Wengrat, pela compreensão e confiança no meu trabalho.

Ao Prof. Dr. Silvio César Sampaio pela orientação e confiança.

Ao Prof. Dr. Cláudio Yuji Tsutsumi pela grande ajuda na parte estatística, orientação e amizade.

Ao Edison Barbosa da Cunha técnico do laboratório de Saneamento Ambiental (UNIOESTE), pelo importante auxílio nas análises laboratoriais.

À Capes pela concessão da bolsa de estudos.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Campus de Cascavel especialmente ao Programa de Pós Graduação em Conservação e Manejo de Recursos Naturais e ao grupo RHESA (Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) pela acolhida e pela oportunidade de realização dos experimentos e análises laboratoriais.

À todos que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho e a mais esta etapa da minha caminhada.

Muito Obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT	1
INTRODUÇÃO	2
MATERIAL E MÉTODOS.....	4
RESULTADOS E DISCUSSÃO	7
CONCLUSÕES	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15

1 **ASSOCIAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DA SUINOCULTURA E ADUBAÇÃO**
2 **MINERAL NO CULTIVO DE AVEIA-PRETA**

3
4 **DANIELA R. HERRMANN¹, SILVIO C. SAMPAIO², ANA P. A. CASTALDELLI³,**
5 **CLÁUDIO Y. TSUTSUMI⁴, MARITANE PRIOR⁵**

6
7 **RESUMO:** A água residuária da suinocultura (ARS) possui carga orgânica elevada se tornando
8 fonte importante de macro e micronutrientes às plantas, promovendo a melhoria da qualidade do
9 solo e do desenvolvimento em diversas culturas. Porém quando feita sem critérios agrônômicos e
10 ambientais, pode causar problemas no solo, lixiviação de nutrientes, prejuízos aos recursos hídricos
11 e toxicidade às plantas. O objetivo deste trabalho foi avaliar os atributos químicos em solo e
12 lixiviado frente a associação de água residuária da suinocultura e adubação mineral (AM) no cultivo
13 de aveia-preta. Realizou-se um experimento em lisímetros de drenagem usando aplicações de ARS
14 associadas ou não a AM, os tratamentos consistiram em doses de 0, 100, 200 e 300 m³ha⁻¹ com
15 ausência ou presença de AM, em condições de campo. Foram realizadas coletas e análises de solo e
16 lixiviado em duas épocas. Observou-se efeito associado da água residuária e adubação mineral no
17 teor de fósforo no solo, efeito isolado da adubação mineral nos teores de magnésio, potássio e
18 condutividade elétrica no solo e efeito isolado da água residuária nos teores de pH, cálcio, sódio,
19 cobre, zinco, nitrito + nitrato no solo e efeito no teor de sódio no lixiviado.

20
21 ***Palavras-chave:** Fertilidade do solo, lixiviação de nutrientes, lisímetros de drenagem.*

22
23
24 **ASSOCIATION OF SWINE WASTE WATER AND MINERAL FERTILIZATION ON THE**
25 **BLACK OAT CULTIVE.**

26
27 **ABSTRACT:** Swine wastewater (SWW) has high organic load becoming an important source of
28 macro and micronutrients to plants, promoting the improvement of soil quality and development in
29 several tilth. however when done without agronomic and environmental standard, can cause
30 problems in soil, leaching of nutrients, prejudice to water resources and toxicity to plants. The
31 objective of this work, was to evaluate the chemical in soil and leachat regarding association of
32 swine wastewater and mineral fertilization(MF) in farming black oat. Conducted an experiment
33 using applications of SWW associated or not with MF, the treatments consisted of rates 0, 100, 200
34 and 300 m³ha⁻¹ in the absence or presence MF, under field conditions. Were collected and analysis
35 of soil and leachate in two seasons. It was observed effect associated with the wastewater and
36 mineral fertilization on phosphorus in soil, isolated effect of mineral fertilization on the magnesium,
37 potassium and electrical conductivity in soil and isolated effect of wastewater in the levels of pH,
38 calcium, sodium, copper, zinc, nitrite + nitrate in soil and effect on sodium content in leachate.

39
40 ***Key words:** Soil fertility, nutrient leaching, drainage lysimeters.*

41
42
43
44
45
46
47
48
49

¹Bióloga, Mestra em Conservação e Manejo de Recursos Naturais, Unioeste, Marechal Cândido Rondon – PR.

²Engenheiro Agrícola, Prof. Adjunto, Unioeste, Cascavel – PR.

³ Bióloga, Mestra em Conservação e Manejo de Recursos Naturais.

⁴Engenheiro Agrônomo, Prof. Adjunto, Unioeste, Marechal Cândido Rondon.

⁵Engenheira Agrícola, Prof. Adjunto, Unioeste, Marechal Cândido Rondon.

50 **INTRODUÇÃO**

51 A suinocultura é uma das principais atividades no meio rural da região Sul do Brasil. No ano
52 de 2012 o abate nacional foi de mais de 36 milhões de cabeças. A Região Sul respondeu por
53 64,95% do abate nacional de suínos, seguida pelas Regiões Sudeste (17,75%), Centro-Oeste
54 (16,05%), Nordeste (1,2%) e Norte (0,1%) (IBGE, 2013).

55 A adubação orgânica, ou mesmo a associação desta com a adubação mineral, constituem-se
56 em alternativas economicamente viáveis para a maioria dos produtores, além de promover a
57 melhoria da qualidade do solo são fontes importantes de macro e micronutrientes às plantas
58 (STEINER *et al.*, 2011).

59 Com a expressiva carga poluente presente na água residuária da suinocultura (ARS), tem-se a
60 preocupação para que esta seja cuidadosamente manejada a fim de não provocar impactos
61 ambientais negativos, como a eutrofização de mananciais de água (FEY *et al.*, 2010) e a
62 contaminação por metais pesados como cobre e zinco que, segundo Marcato e Lima (2005), são
63 adicionados à alimentação dos suínos com o objetivo de prevenir doenças e promover o
64 crescimento.

65 No entanto apesar do potencial poluidor, a ARS pode contribuir para redução da aplicação de
66 adubos comerciais (químicos ou minerais) nas lavouras. A utilização da ARS poderá ser eficaz
67 como biofertilizante se realizada de maneira adequada (CABRAL *et al.*, 2011). Essa tem sido a
68 principal forma de disposição final desse resíduo nas propriedades produtoras de suínos, que com
69 isso tem tido redução em cerca de 60 % nos custos de compra de adubos comerciais
70 (SEGANFREDO, 2007; CASSOL *et al.*, 2011).

71 Existem dificuldades para se recomendar uma dose ideal de ARS para cada tipo de cultura,
72 em função da grande variabilidade na concentração de nutrientes nesse tipo de água residuária,
73 devido aos diferentes tipos de manejos, tanto na granja quanto no tratamento dos resíduos (FEY *et*
74 *al.*, 2010). Assim, quando aplicado sucessivamente, a água residuária de suinocultura pode provocar

75 incrementos desproporcionais na disponibilidade dos nutrientes minerais no solo (CELA *et al.*,
76 2010; SCHERER *et al.*, 2010; CASSOL *et al.*, 2011).

77 Para Costa *et al.* (1999), os íons disponibilizados na solução do solo podem ser adsorvidos
78 pelo solo, absorvidos pelas plantas ou lixiviados das camadas superficiais. As perdas de nutrientes
79 causadas pelo fenômeno da lixiviação são importantes pelo fato de significar baixas eficiências de
80 utilização de nutrientes pelas culturas e, por consequência, menores rendimentos. Quando
81 lixiviados, os nutrientes incorporam-se ao lençol freático pelo processo de drenagem interna e,
82 assim, são transportados a grandes distâncias, contaminando o lençol freático e também os
83 mananciais de água potável (KONRAD, 2002; SAMPAIO *et al.*, 2010).

84 A aveia caracteriza-se pela elevada capacidade de produção de fitomassa, além de apresentar
85 resistência satisfatória à ferrugem, ao ataque de pulgões e à deficiência hídrica (HEINRICHS *et al.*,
86 2001). Dentre as principais vantagens do cultivo da aveia preta como cultura de cobertura,
87 destacam-se: a redução da erosão e do escoamento superficial; o aumento da infiltração de água e
88 do conteúdo de carbono orgânico no solo, a ciclagem de nutrientes; a mobilização de cátions no
89 perfil; o controle de plantas daninhas; estrutura e agregação do solo; além de outros benefícios ao
90 solo e às culturas comerciais cultivadas em sucessão (BOLINDER, 1999, FRANCHINI *et al.*, 1999;
91 SPAGNOLLO, 2000; CALEGARI, 2006).

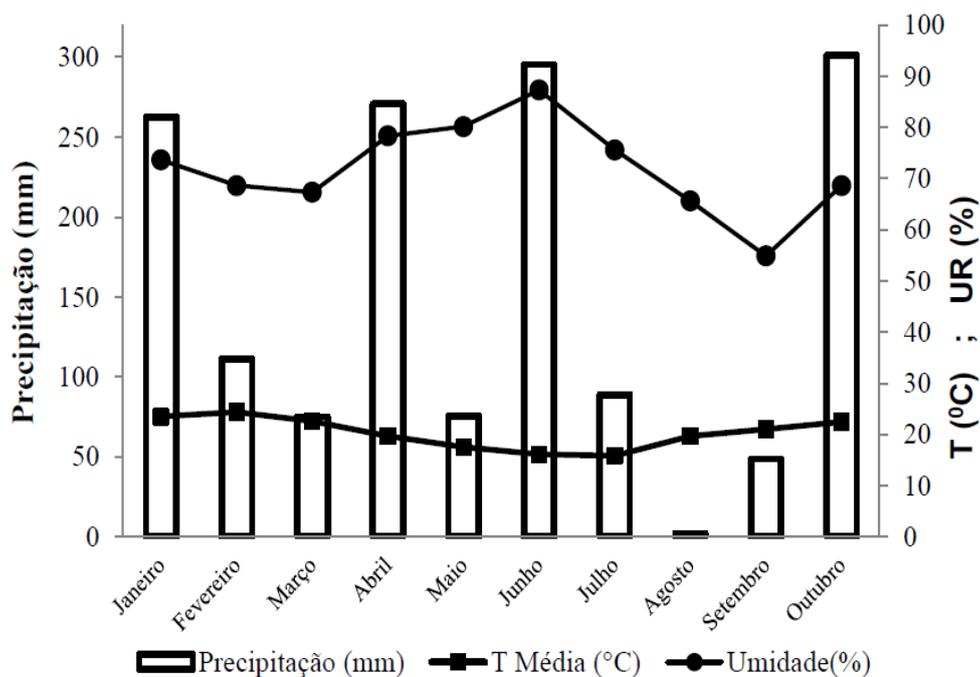
92 Neste contexto, mostra-se a importância de obterem-se dados sobre a qualidade e a
93 quantidade de nutrientes presentes no solo e no lixiviado, observando as doses de aplicação de água
94 residuária de suinocultura no solo, para verificar as mais condizentes com a reposição dos nutrientes
95 retirados pela planta, considerando o tipo de solo, as características da ARS, as condições climáticas
96 da região e a cultura cultivada (DAL BOSCO, 2007).

97 Sendo assim o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da água residuária da suinocultura
98 associada com a presença ou ausência da adubação mineral nos atributos químicos do solo e
99 lixiviado no cultivo de aveia preta em lisímetros de drenagem.

100

101 **MATERIAL E MÉTODOS**

102 O experimento foi conduzido no Núcleo Experimental de Engenharia Agrícola – NEEA, da
103 Universidade Estadual do Oeste do Paraná - *Campus* de Cascavel – PR sob as coordenadas:
104 24°54'02" S e 53°32'00" W, com altitude média de 760 metros. O clima é do tipo subtropical
105 mesotérmico super úmido, com precipitação média anual de 1800 mm, e temperatura média de
106 20°C e umidade relativa do ar média de 75% (CAVIGLIONE *et al.*, 2000). As médias de
107 precipitação, temperaturas e umidade relativa do ar podem ser observadas na Figura 1, sendo que os
108 meses referentes ao experimento são agosto, setembro e outubro. O solo da área experimental é
109 classificado como LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRRICO Típico (EMBRAPA, 2006).



110 **Figura 1** - Distribuição mensal da precipitação, temperaturas médias e umidade relativa do ar no
111 período de janeiro a outubro de 2012. Fonte: SIMEPAR (2012)
112
113

114 O experimento foi realizado com delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial
115 2x4, sendo o primeiro fator ausência e presença de adubação mineral e o segundo fator 4 doses de
116 ARS, com três repetições. A área experimental é composta por 24 lisímetros de drenagem
117 instalados desde 2005 (PRIOR *et al.*, 2009), sendo que cada lisímetro representa uma parcela
118 experimental de 1,0 m³ de volume e 1,60 m² de área superficial, com profundidade de 0,91 m e

119 diâmetro de 1,43 m. Os lisímetros estão distribuídos em três linhas com oito lisímetros cada,
 120 espaçados 0,4 m na vertical e 0,5 m na horizontal.

121 O primeiro experimento conduzido na área foi em 2006 com os cultivos de milho (*Zea mays*
 122 L.) (1º) e soja (*Glycine max* (L.) Merrill) (2º); em 2007 aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) (3º) e
 123 soja (4º); em 2008 com aveia preta (5º) e minimilho (6º); em 2009 com milho (7º), aveia preta (8º) e
 124 soja (9º); em 2010 milho (10º) e aveia preta (11º); em 2011 soja (12º) e milho (13º). O presente
 125 trabalho aborda o cultivo de aveia preta (14º) em 2012. O histórico de nutrientes é apresentado na
 126 Tabela 1 e a especificação dos tratamentos na Tabela 2.

127 **Tabela 1.** Histórico dos nutrientes aplicados em (kg ha⁻¹) com AM e ARS na área experimental em seis anos
 128 consecutivos, por tratamento.

Tratamento	Total de nutrientes proveniente de AM nos cultivos anteriores			Total de nutrientes proveniente de ARS nos cultivos anteriores		
	N	P	K ⁺	N	P	K ⁺
(T1) 0 ARS-Ausente	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)
(T2) 0 ARS-Presente	597 (20)	610 (50)	555 (50)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)
(T3) 100 ARS-Ausente	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	1013 (98)	156,42 (9,49)	476,15 (35,53)
(T4) 100 ARS-Presente	597 (20)	610 (50)	555 (50)	1005 (98)	156,42 (9,49)	476,15 (35,53)
(T5) 200 ARS-Ausente	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	2037 (196)	312,84 (18,98)	953,32 (71,06)
(T6) 200 ARS-Presente	597 (20)	610 (50)	555 (50)	2030 (196)	312,84 (18,98)	953,32 (71,06)
(T7) 300 ARS-Ausente	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	2570 (396)	471,68 (37,96)	2.445,64 (142,12)
(T8) 300 ARS-Presente	597 (20)	610 (50)	555 (50)	2764 (396)	471,68 (37,96)	2.445,64(142,12)

129 AM: Adubação Mineral; ARS: Água Residuária da Suinocultura; N: Nitrogênio, P: fósforo, K : Potássio; Valores em parênteses representam: Total
 130 de nutrientes através AM no cultivo atual e total de nutrientes através da ARS no cultivo atual.

131

132 **Tabela 2.** Tratamentos com associação de ARS e AM aplicados nos lisímetros para cultivo de aveia-preta.
 133 Unioeste-Cascavel, 2012.

Adubação Mineral	Doses de ARS			
	0 m ³ ha ⁻¹	100 m ³ ha ⁻¹	200 m ³ ha ⁻¹	300 m ³ ha ⁻¹
Ausente	T1	T3	T5	T7
Presente	T2	T4	T6	T8

134

135 A água residuária da suinocultura (ARS) (Tabela 3), foi proveniente de uma granja suinícola
 136 tipo ciclo completo, situada em Toledo – PR. A ARS bruta aplicada no experimento foi coletada na
 137 caixa coletora antes da saída para o biodigestor. Posteriormente a aplicação da ARS (2 dias),
 138 procedeu-se adubação e semeadura em sistema de plantio direto com espaçamento de 20 cm entre

139 linhas, totalizando 5 linhas por lisímetro. A adubação mineral aplicada foi NPK: 8:20:20 na dose
 140 400 kg ha⁻¹. A aveia-preta utilizada foi a cultivar IAPAR 61 com densidade de 155 kg ha⁻¹.

141 **Tabela 3.** Caracterização da água residuária de suinocultura utilizada no experimento.

Parâmetro	Valores
pH (CaCl ₂)	6,89
CE (μS m ⁻¹)	4.470,00
COT(mg L ⁻¹)	29.916,30
N(mg L ⁻¹)	707,00
N _{ORG} (mg L ⁻¹)	266,70
N _{INORG} (mg L ⁻¹)	440,30
NH ₄ ⁺ (mg L ⁻¹)	419,30
NO ₃ ⁻ + NO ₂ ⁻ (mg L ⁻¹)	21,00
P (g L ⁻¹)	33,01
K ⁺ (mg L ⁻¹)	26,005
Na ⁺ (mg L ⁻¹)	16,80
Ca ²⁺ (mg L ⁻¹)	236,00
Mg ²⁺ (mg L ⁻¹)	67,00
Cu ⁺² (mg L ⁻¹)	8,30
Zn ⁺² (mg L ⁻¹)	39,00
Fe ⁺² (mg L ⁻¹)	27,40
Mn ⁺² (mg L ⁻¹)	7,10
B (mg L ⁻¹)	1,27
S (mg L ⁻¹)	37,11
Turbidez (UNT)	3.140,00
DQO-F (mg L ⁻¹)	3.200,00
DQO (mg L ⁻¹)	10.320,00
ST (mg L ⁻¹)	20.000,00
SF (mg L ⁻¹)	2.300,00
SV (mg L ⁻¹)	17.700,00
STD (mg L ⁻¹)	2.500,00
SFD (mg L ⁻¹)	1.500,00
SVD (mg L ⁻¹)	1.000,00

142 Protocolo APHA AWWA e WEF (1998). pH: Potencial hidrogenionico; CE: condutividade elétrica (μS cm⁻¹); COT:
 143 Carbono orgânico total; N: nitrogênio total; N_{ORG}: nitrogênio orgânico; N_{INORG}: nitrogênio inorgânico; NH₄⁺: Amônio;
 144 NO₂⁻ + NO₃⁻: Nitrito + Nitrato; P: Fósforo; K⁺: Potássio; Na⁺: Sódio; Ca²⁺: Cálcio; Mg²⁺: Magnésio; Cu⁺²: Cobre; Zn⁺²:
 145 Zinco; Fe⁺²: Ferro Mn⁺²: Manganês; B: Boro; S: Enxofre; DQO: Demanda química de oxigênio; ST: sólidos totais; SF:
 146 Sólidos fixos; SV: sólidos voláteis; STD: Sólidos totais dissolvidos; SFD: Sólidos fixos dissolvidos; SVD: sólidos
 147 voláteis dissolvidos.

149 As coletas de solo foram realizadas em 2 etapas, a primeira antecedendo a aplicação da ARS e
 150 semeadura e a segunda 60 dias após semeadura (DAS), quando a aveia já havia sido colhida. Foi
 151 coletada uma amostra por lisímetro em cada etapa, totalizando 48 amostras. Com auxílio de trado
 152 holandês a uma profundidade de 0-20 cm, as amostras foram coletadas, armazenadas em sacos
 153 plástico, identificadas e encaminhadas para caracterização química no Laboratório Agrilab
 154 (Botucatu-SP). Os parâmetros analisados foram potencial hidrogeniônico (pH), matéria orgânica

155 (MO), alumínio (Al^+), hidrogênio + alumínio ($H^+ + Al^+$), cálcio (Ca^{2+}) magnésio (Mg^{2+}), fósforo (P),
156 potássio (K^+), sódio (Na^+), soma de bases (SB), capacidade troca catiônica (CTC), saturação por
157 bases (V), saturação por alumínio (m), cobre (Cu^{2+}), zinco (Zn^{2+}), nitrogênio total (N total),
158 nitrogênio amoniacal (NH_4^+), nitrito + nitrato ($NO_3^- + NO_2^+$), condutividade elétrica (CE) de acordo
159 com o protocolo de Raij *et al.* (2001).

160 As coletas do lixiviado foram realizadas em duas épocas, aos 40 DAS (Dias após a
161 semeadura) quando ocorreu a primeira chuva com intensidade suficiente para coleta, e a segunda
162 aos 60 DAS quando ocorreu a última chuva antes da colheita da aveia preta. Em cada época foi
163 coletado uma amostra de 1 litro de lixiviado homogeneizado por lisímetro, totalizando 48 amostras.
164 As amostras foram analisadas quimicamente de acordo com as concentrações do potencial
165 hidrogeniônico (pH), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), manganês (Mn^{2+}), potássio (K^+), sódio (Na^+),
166 cobre (Cu^{2+}), zinco (Zn^{2+}), nitrito (NO_3^-) e nitrato (NO_2^+), condutividade elétrica (CE) de acordo
167 com a metodologia de APHA, AWWA e WEF (1998).

168 Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Quando foram encontradas
169 diferenças significativas para presença e ausência de adubação mineral utilizou a significância da
170 Análise estatística e quando foram encontradas diferenças estatísticas para as doses de ARS foi
171 realizada a regressão polinomial através do programa computacional SAS 9.0 (SAS INSTITUTE,
172 2002).

173

174 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

175 Os parâmetros pH, Ca^{2+} , Na^+ , Cu^{2+} , Zn^{2+} e $NO_2^- + NO_3^-$ obtiveram diferenças significativas
176 para ARS isolada (Tabela 4). Já para Mg^{2+} , P, K^+ e CE foram constatadas diferenças significativas
177 para presença ou ausência de AM.

178

179
180

Tabela 4. Médias para teores de pH, MO, Al⁺, H⁺+Al⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, P, K⁺, Na⁺, SB, CTC, V, m, Cu²⁺, Zn²⁺, Ntotal, NH₄, NO₂⁻+NO₃⁻ e CE para diferentes doses de ARS, presença ou ausência de AM e época inicial e final de coleta em solo cultivado com aveia-preta. Uniãoeste-Cascavel, 2012.

Fonte de variação	pH em água	MO	Al	H+Al	Ca	Mg	P	K	Na	SB	CTC	V	M	Cu	Zn	N total	NH ₄	NO ₃ ⁺ NO ₂	CE
m ³ ha ⁻¹		g dm ⁻³	mmolc dm ⁻³				mg dm ⁻³	mmolc dm ⁻³				%	mg dm ⁻³				μS.cm ⁻¹		
0	7,33*	28,58	0,00	3,25	60,92*	37,17	9,53	3,06	0,41*	101,50	106,17	96,08	0,00	7,24**	2,70**	1190,00	8,46	20,76*	76,62
100	7,24*	28,92	0,00	8,42	56,25*	35,33	15,28	2,87	0,65*	94,67	103,08	93,08	0,00	8,00**	6,75**	1248,33	9,63	21,93*	78,62
200	6,63*	30,00	2,46	28,83	46,25*	30,58	17,30	4,16	0,76*	89,20	104,33	76,00	8,69	8,98**	9,32**	1201,67	9,63	22,64*	77,21
300	6,59*	29,92	0,73	26,58	48,00*	31,25	16,97	5,41	0,79*	85,08	111,50	79,00	2,10	9,99**	13,13**	1318,33	9,04	25,43*	86,71
Presença	6,75	29,42	1,30	23,21	50,88	31,25b	20,80a	4,47a	0,68	91,09	106,63	81,33	4,65	8,73	8,35	1242,50	9,48	22,10	89,22 ^a
Ausência	7,14	29,29	0,29	10,33	54,83	35,92a	8,88b	3,28b	0,63	94,29	105,92	90,75	0,75	8,38	7,60	1236,67	8,90	23,27	70,36b
Média	6,95	29,35	0,80	16,77	52,85	33,58	14,77	3,87	0,65	92,61	106,27	86,04	2,70	8,55	7,97	1239,58	9,19	22,69	79,79
CV(%)	10,38	16,66	54,46	58,13	22,27	22,12	34,09	25,95	33,82	20,97	21,99	26,93	26,79	13,44	35,03	14,39	26,93	17,26	26,93

181

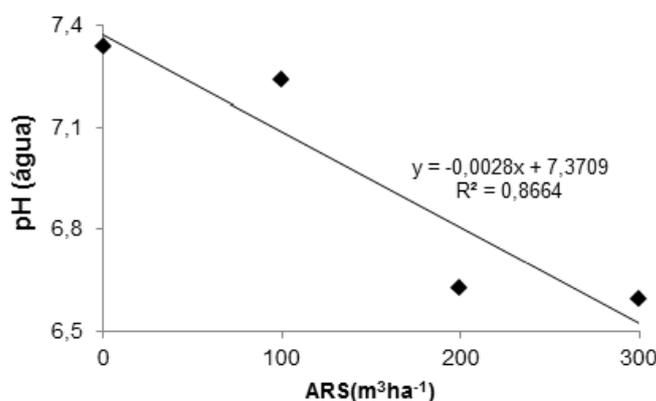
** : regressão significativa ao nível de 1% de significância. * : regressão significativa ao nível de 5% de significância. CV: coeficiente de variação.

182

183

184 Neste experimento a adubação mineral aplicada era composta por NPK, quando em contato
185 com o solo estes sais ficam disponíveis, o que justifica a presença do P, K, e CE em maior
186 quantidade quando a AM estava presente e em menor quando ausente. Já para o Mg o efeito foi
187 contrário, quando a AM estava presente este elemento se encontrou em menor quantidade (Tabela
188 4).

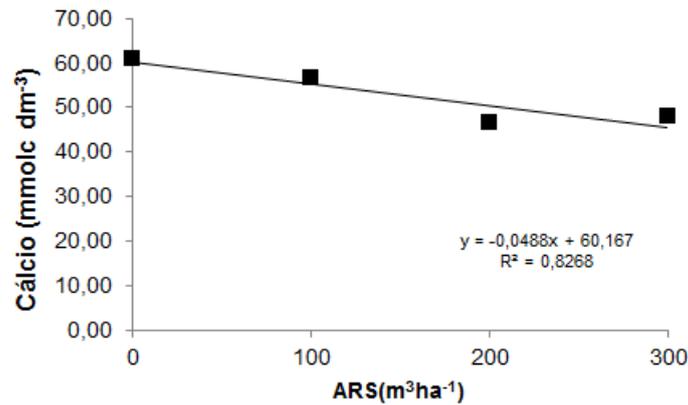
189 Observa-se na figura 2, que os valores médios do pH do solo, diminuíram com o aumento das
190 doses de ARS aplicadas, onde a dose de ARS 300 m³ ha⁻¹ apresentou menor valor (pH=6,59) e a
191 dose de 0 m³ ha⁻¹ o maior valor (pH=7,33).



192 **Figura 2.** Comportamento no valor do pH em solo cultivado com aveia-preta submetidas a diferentes doses
193 de ARS.
194
195

196 Cabral (2011) não observou relação de dependência de pH do solo para doses de ARS,
197 enquanto Smanhotto *et al.* (2010) que realizou estudos semelhantes na mesma área experimental,
198 encontrou valores médios do pH do extrato aquoso do solo, aos 59 DAS, maiores para a maior
199 dose de ARS 300 m³ ha⁻¹, a qual diferiu significativamente da testemunha (0 m³ ha⁻¹) e da dose de
200 100 m³ha⁻¹. Hue e Licudine (1999) também observaram redução da acidez do solo por ARS, e
201 atribuíram esse efeito principalmente ao consumo de íons H⁺ do solo pela protonação de ânions
202 orgânicos derivados do dejetos, que são originalmente desprotonados em função da característica
203 alcalina da ARS, cujo pH geralmente é superior a 7,0.

204 A aplicação da ARS apresentou resultados significativos para os teores de Cálcio, onde a
205 maior dose de aplicação correspondeu a menor quantidade de Ca encontrada (Figura 3).



206

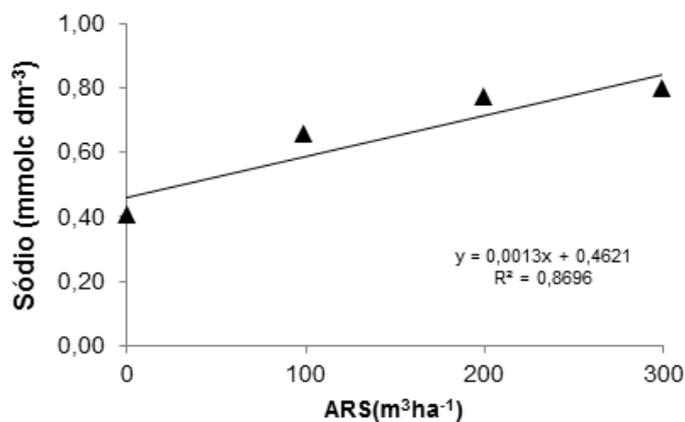
207 **Figura 3.** Comportamento do teor de cálcio em solo cultivado com aveia-preta submetido a diferentes doses
 208 de ARS.
 209

210 Resultados semelhantes foram encontrados por Cabral (2011), onde o valor médio de Ca no
 211 solo antes dos tratamentos foi de 191,4 mg L⁻¹ e, após aplicação dos tratamentos, o valor foi de
 212 143,3 mg L⁻¹. Nota-se diferença estatística dos valores de Ca em todas as camadas de solo
 213 analisadas, exceto para a camada de 40-60 cm. Esses resultados são divergentes aos de Dal Bosco *et*
 214 *al.* (2008), que constataram aumento nos teores de Ca, de 288 mg L⁻¹ para 558 mg L⁻¹ na camada de
 215 0-30 cm, em um Latossolo Roxo distroférico, na região Oeste do Paraná, onde a área experimental
 216 possuía histórico de aplicações de ARS, a uma dose de 99 t ha⁻¹ ano⁻¹; onde eram cultivados milho
 217 na safra de verão e trigo e milho safrinha, na safra de inverno. Também foram divergentes aos
 218 dados apresentados por Freitas *et al.* (2005), que registraram aumento na concentração de Ca de
 219 35,1 para 324,6 mg L⁻¹ no solo com aplicação de ARS bruta na cultura do milho.

220 Estudos conduzidos por Mendonça e Rowell (1994), demonstraram que pequenas variações
 221 dos teores de Ca no solo podem ocorrer em função da baixa concentração do elemento Ca na água
 222 residuária ou pela maior retenção deste pela matéria orgânica. Queiroz *et al.* (2004), por outro lado,
 223 não observaram variações nos teores de Ca no solo com a aplicação de água residuária, assim como
 224 Caovilla *et al.* (2010), não observou alterações significativas nos teores de cálcio em Latossolo
 225 Vermelho Distroférico típico, cultivado com soja divergindo também de Cassol *et al.* (2012) que

226 observaram aumento no teor de Ca na camada de 0-2,5 cm quando aplicado em dose maior ou igual
227 a $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de ARS, e na camada de 2,5-5 cm quando a dose foi de $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$.

228 Na Figura 4, observa-se o comportamento linear positivo nos teores de sódio com o aumento
229 das doses de ARS. Também pode-se notar que o mesmo comportamento foi observado para as
230 análises do lixiviado para este nutriente onde as doses foram crescentes em relação ao aumento da
231 aplicação da ARS (Tabela 4).



232

233 **Figura 4.** Comportamento do teor de sódio em solo cultivado com aveia-preta submetido a diferentes doses
234 de ARS.

235

236 Resultados semelhantes foram encontrados por Queiroz *et al.* (2004) que constataram que a
237 aplicação de água residuária de suinocultura proporcionou acúmulo de sódio atingindo $23,46 \text{ mg}$
238 dm^{-3} em solo cultivado com gramíneas forrageiras.

239 Como se pode observar na Tabela 4, o sistema de adubação com várias dosagens de ARS
240 influenciaram significativamente os teores de cobre (Cu) e de zinco (Zn) no solo, o valor médio
241 encontrado para a dosagem de $0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ foi de $7,24 \text{ mg dm}^{-3}$ e para a dosagem $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ foi de
242 $9,99 \text{ mg dm}^{-3}$ para cobre, já para zinco os teores foram de $2,70 \text{ mg dm}^{-3}$ e $13,3 \text{ mg dm}^{-3}$ para as
243 dosagens de ARS $0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ e $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, respectivamente. Estas diferenças na disponibilidade de
244 Cu e Zn no solo devem ser atribuídas à adição dos nutrientes das fontes orgânicas utilizadas no
245 presente estudo.

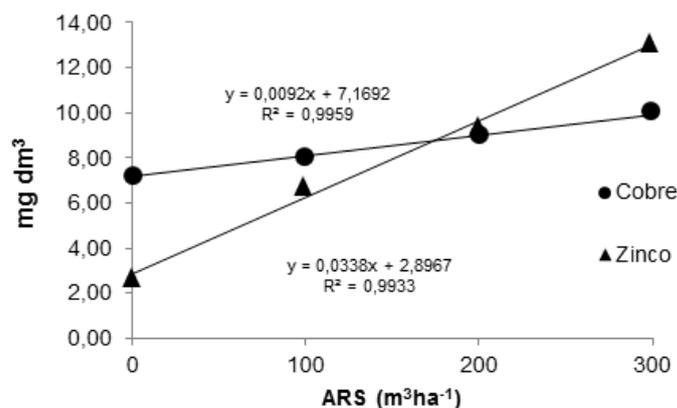
246

247 **Tabela 5.** Médias para teores de pH, Ca, Mg, Mn, K, Na, Cu, Zn, CE, nitrito e nitrato para diferentes doses
 248 de ARS, presença ou ausência de AM no lixiviado proveniente de solo cultivado com aveia-
 249 preta. Uniãoeste-Cascavel, 2012.
 250

	pH	Ca	Mg	Mn	K	Na	Cu	Zn	CE	Nitrito	Nitrato
Dejeto											
0	6,93	66,59	0,40	0,01	3,69	5,21*	0,03	0,07	159,18	0,14	0,02
100	6,82	60,98	0,39	0,01	3,73	5,93*	0,03	0,06	154,77	0,15	0,06
200	7,05	65,32	0,39	0,01	3,82	6,92*	0,03	0,06	144,51	0,14	0,84
300	7,02	60,68	0,37	0,01	4,00	8,81*	0,03	0,07	181,71	0,11	1,70
Adubação Mineral											
Presente	6,84	64,97	0,38	0,01	4,16	6,39	0,03	0,07	176,75 ^a	0,14	0,57
Ausente	7,05	61,99	0,39	0,01	3,50	6,95	0,03	0,06	144,68 ^b	0,13	0,67
Média	6,95	63,39	0,39	0,01	3,81	6,72	0,03	0,07	160,04	0,13	0,65
CV(%)	5,43	62,33	32,28	0,37	57,92	26,86	0,64	31,37	21,72	52,24	95,80

251 *: regressão significativa ao nível de 5% de significância. CV: coeficiente de variação
 252

253 Na Figura 5, nota-se comportamento linear positivo de Cu e Zn em relação as doses de ARS
 254 aplicada, ou seja, quanto maior a dose aplicada, maior o teor no nutriente encontrado no solo. De
 255 acordo com Rajj et al (2001), concentrações de Cu⁺ no solo acima de 0,8 mg L⁻¹, são considerados
 256 teores altos para solo. Nota-se que a média dos valores se encontra acima desse limite (Tabela 4).



257
 258 **Figura 5.** Comportamento nos teores de cobre e zinco em solo cultivado com aveia-preta submetido a
 259 diferentes doses de ARS.
 260

261 Já para os teores de Cu e Zn no lixiviado não foram encontradas diferenças significativas
 262 entre as médias (Tabela 5).

263 Estes resultados corroboram com os obtidos por Scherer e Nesi (2009), os quais evidenciaram
 264 que a adição de esterco de aves e/ou de suíno aumentou os teores de Cu e Zn na camada superficial

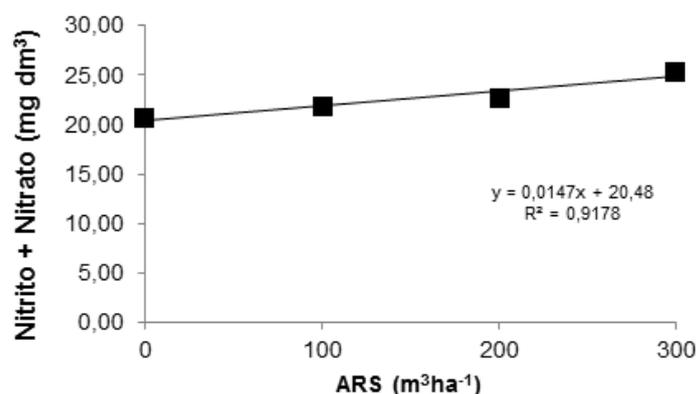
265 (0-20 cm) do solo, principalmente no sistema de plantio direto. Os autores ainda destacam que o
266 efeito do esterco nos teores de Cu e Zn no perfil do solo, independentemente do sistema de preparo,
267 restringiu-se aos primeiros 20 cm superficiais. Dal Bosco *et al.* (2008) em solo cultivado com soja
268 com aplicações de doses de (0, 100, 150 e 200 m³ ha⁻¹), também obtiveram aumento nos teores de
269 Cu, porém não observaram diferenças significativas para Zn. Resultados diferentes foram
270 apresentados por Oliveira *et al.* (2001), que trabalhando em um Latossolo Roxo Eutrófico em Santa
271 Helena de Goiás (GO), evidenciaram maiores teores de Cu na camada superficial e na camada mais
272 profunda. Segundo os autores estes resultados revelam que o Cu se concentrou na camada
273 superficial em função dos maiores teores de matéria orgânica e na camada mais profunda devido à
274 própria origem do solo. Já nas camadas intermediárias onde os teores foram bem menores para Cu,
275 refletem a região onde se concentram maiores volumes de raízes e de onde maiores concentrações
276 de nutrientes são retiradas pelas culturas (STEINER *et al.*, 2011).

277 Observa-se na Tabela 4, que o valor de Cu teve uma menor variação comparada ao Zn, porém
278 ambos os elementos aumentaram com o aumento das doses de ARS. Segundo Oliveira e Matiazzo
279 (2001), a mobilidade menor do Cu normalmente é atribuída a formação de complexos
280 organometálicos estáveis e de baixa solubilidade, mas que, além da complexação com substâncias
281 orgânicas, pode ocorrer ligação com frações não-trocáveis do solo, como, por exemplo, óxidos de
282 ferro e manganês. Os autores afirmaram, ainda, que a maior ou menor mobilidade dos metais
283 pesados como o Cu e Zn, é determinada pelos atributos do solo, tais como teores e tipos de argila,
284 pH, CTC e MO que influenciam nas reações de adsorção/dessorção, precipitação/dissolução,
285 complexação e oxirredução. Couto (2010) em propriedade com aplicações sucessivas de ARS
286 encontrou diferenças significativas para Cu e Zn em relação as doses de ARS. Esta variação foi de 0
287 a 18 mg dm⁻³ para Cu e de 6 a 42 mg dm⁻³ para Zn.

288 Segundo Berenguer *et al.* (2008), altos teores desses metais no solo podem causar fitotoxidez
289 as plantas e potencializar a contaminação de águas, quando algumas de suas formas são transferidas
290 por escoamento superficial ou lixiviação (GIROTTO, 2010). Nota-se na Tabela 5 que neste estudo

291 os teores de Cu e Zn para lixiviado não apresentaram diferenças significativas tanto para ARS
292 quanto para AM.

293 A análise de regressão demonstra efeito linear positivo das doses de aplicação da ARS sobre
294 os teores de nitrito + nitrato em solo cultivado com aveia preta (Figura 6).



295 **Figura 6.** Comportamento no teor de nitrito + nitrato em solo cultivado com aveia-preta submetido
296 a diferentes doses de ARS.
297
298

299 Segundo Scherer *et al.* (1996), o N presente na ARS encontra-se até 70% na forma amoniacal
300 (NH_4^+), estando, portanto, suscetível à volatilização, que pode variar de 5 a 75 % do N amoniacal,
301 dependendo dos fatores climáticos, como a pluviosidade .

302 Aita e Giacomini (2008) em experimento com aplicação de ARS em solo cultivado com
303 milho, observaram que nos três anos do experimento, a quantidade de NO_3 aumentou rapidamente
304 nas camadas superficiais do solo. Esse rápido aparecimento de NO_3 no solo ocorreu em
305 consequência da elevada nitrificação do N amoniacal dos dejetos, conforme comprovado por Aita *et*
306 *al.* (2007) em experimento de campo em que o N amoniacal aplicado com os dejetos líquidos de
307 suínos em plantio direto foi completamente nitrificado entre 15 e 20 dias após a aplicação dos
308 dejetos.

309 Ao compararem o uso de dejetos de suínos e adubação mineral quanto à lixiviação de NO_3^- na
310 cultura do milho, Daudén & Quílez (2004) relataram que a absorção de água e de NO_3 pelo milho
311 não foi significativa estatisticamente, abaixo da profundidade 0,90 m no solo. Os autores
312 consideraram que todo o NO_3 encontrado abaixo desta profundidade representou um potencial

313 poluidor da água. Para melhor estabelecer o potencial real dos dejetos de suínos em causar
314 contaminação das águas subterrâneas com nitrato, seria interessante estender a coleta de solo para
315 camadas além da zona de absorção do sistema radicular do milho e de outras culturas importantes,
316 apesar das dificuldades metodológicas para tal (MARY *et al.*, 1999).

317 Para o lixiviado não foram observadas diferenças significativas para nenhuma forma de N,
318 tanto para ARS quanto para AM (Tabela 4). Resultados semelhantes foram constatados por Maggi
319 (2011), onde as concentrações de nitrogênio total no lixiviado não foram influenciadas pela
320 aplicação de ARS nem pela adubação mineral. Smanhotto (2008) em experimento com aplicação de
321 ARS em solo cultivado com soja, também não observou diferenças significativas nas concentrações
322 de nitrogênio no lixiviado, com aplicação de ARS e AM. Entretanto Aguiar *et al.* (2006)
323 verificaram baixos teores de nitrogênio total no lixiviado após a aplicação de resíduos bovinos e
324 palha de arroz, indicando que a redução desse nutriente no solo não tem como principal causa a
325 lixiviação, mas a forma gasosa, através do processo de mineralização e volatilização, e que o
326 modelo de regressão estabelecido foi o linear crescente, ou seja, indicando que o teor de nitrogênio
327 no lixiviado aumentou ao longo do experimento.

328

329 **CONCLUSÕES**

330 A associação da ARS com AM mediante os atributos químicos do solo e do lixiviado
331 apresentaram as seguintes consequências:

332 –efeito isolado da adubação mineral nos teores de magnésio, potássio, e condutividade
333 elétrica em solo;

334 –efeito isolado da água residuária nos teores de pH, cálcio, sódio, cobre, zinco, nitrito +
335 nitrato em solo e efeito no teor de sódio em lixiviado;

336

337 **REFERÊNCIAS**

338 AGUIAR, M. I.; LOURENÇO, I. P.; OLIVEIRA, T. S.; LACERDA, N. B. Perda de nutrientes por
339 lixiviação em um ARGISSOLO Acinzentado cultivado com meloeiro. Revista Brasileira de
340 Engenharia Agrícola e Ambiental, v.10, p.811-819, 2006.
341

342 AITA, C.; GIACOMINI, S.J. & HÜBNER, A.P. Nitrificação do nitrogênio amoniacal de dejetos
343 líquidos de suínos em solo sob sistema de plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 42,
344 p.95-102, 2007.
345

346 AITA, C.; GIACOMINI, S.J. Nitrato no solo com a aplicação de dejetos líquidos de suínos no
347 milho em plantio direto. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.32, n.5, p.2101-2111, 2008.
348

349 APHA - American Public Health Association - APHA, AWWA, WEF. 1998. Standard methods for
350 the examination of water and wastewater. 20th ed. Washington: American Public Health
351 Association.
352

353 BERENGUER, P.; CELA, S.; SANTIVERI, F.; BOIXADERA, J.; LLOVERAS; J. Copper and
354 Zinc Soil Accumulation and Plant Concentration in Irrigated Maize Fertilized with Liquid Swine
355 Manure. Agronomy Journal, v. 100, p. 1056-1061, 2008.
356

357 BOLINDER, M. A. The response of soil quality indicators to conservation management. Canadian
358 Journal Soil Science, v. 79, p. 37-45, 1999.
359

360 CABRAL, J. R; FREITAS, P. S. L.; REZENDE, R.; MUNIZ, A. S.; BERTONHA, A. Impacto da
361 água residuária de suinocultura no solo e na produção de capim-elefante. Revista Brasileira
362 Engenharia Agrícola e Ambiental, v.15, n.8, p.823-831, 2011.
363

364 CALEGARI, A. Plantas de cobertura. In: Casão Junior, R.; Siqueira, R.; Mehta, Y. R.; Passini, J.J. .
365 Sistema plantio direto com qualidade. Londrina: IAPAR, Foz do Iguaçu: ITAIPU Binacional. Cap. 5, p.
366 55-73. 2006.
367

368 CAOVILO A F; SAMPAIO S.C.; SMANHOTTO A.; NÓBREGA L .H. P.; QUEIROZ M. M. F.
369 de; GOMES B. M. Características químicas de solo cultivado com soja e irrigado com água
370 residuária da suinocultura. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.7, p.692-
371 697, 2010.
372

373 CASSOL P.C.; COSTA A. C. da; CIPRANDI O. PANDOLFO C. M.; ERNANI P. R.
374 Disponibilidade de macronutrientes e rendimento de milho em latossolo fertilizado com dejetos
375 suíno Revista Brasileira de Ciência do Solo, v 36 p.1911-1923, 2012.
376

377 CASSOL, P.C.; SILVA, D.C.P.R.; ERNANI, P.R.; KLAUBERG FILHO, O.; LUCRECIO, W.
378 Atributos químicos em Latossolo Vermelho fertilizado com dejetos suíno e adubo solúvel. Revista
379 Ciência Agroveterinária, v.10, p103-112, 2011.
380

381 CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. Cartas climáticas do
382 Paraná. Londrina : IAPAR, 2000. CD.
383

384 CELA, S.; BERENGUER, P.; SANTIVERI, F.; LLOVERAS, J. Potential phosphorus, potassium,
385 and magnesium surpluses in an irrigated maize monoculture fertilized with pig slurry. Agronomy
386 Journal, v.102, p.96-102, 2010.
387

388 COSTA, S.N.; MARTINEZ, M.A.; MATOS, A.T.; RAMOS, V.B.N. Mobilidade do nitrato em
389 colunas de solo sob condições de escoamento não permanente. Revista Brasileira de Engenharia
390 Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.3, n.2, p.190-194, 1999.
391

392 COUTO, R. da R.; COMIN, J. J.; BEBER, C. L.; URIARTE, J. F.; BRUNETTO, G.; BELLI
393 FILHO, P. Atributos químicos em solos de propriedades suínolas submetidos a aplicações
394 sucessivas de dejetos de suínos no município de Braço do Norte, Santa Catarina. Scientia Agraria,
395 vol. 11, n. 6, p. 493-497, 2010.
396

397 DAL BOSCO, T. C.; SAMPAIO, S. C.; OPAZO, M. A. U.; GOMES, S. D.; NÓBREGA, L. H. P.
398 Aplicação de água residuária de suinocultura em solo cultivado com soja: cobre e zinco no material
399 escoado e no solo. Engenharia Agrícola, v.28, n.4, p.699-709, 2008.
400

401 DAL BOSCO, T.C. Poluição difusa decorrente da aplicação de água residuária da suinocultura em
402 solo cultivado com soja sob condições de chuva simulada. Cascavel: Universidade Estadual do
403 Oeste do Paraná, 2007. 128 p. Dissertação de Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento
404 Ambiental.
405

406 DAUDÉN, A. & QUÍLEZ, D. Pig slurry versus mineral fertilization on corn yield and nitrate
407 leaching in a Mediterranean irrigated environment. European Journal of Agronomy, v.21, p. 7-19,
408 2004.
409

410 EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos.
411 Sistema brasileiro de classificação de solos. 2º ed. Embrapa, Rio de Janeiro, p. 374; 2006.
412

413 FANCHINI, J. C.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; MALAVOLTA, E. Dinâmica de íons em solo
414 ácido lixiviado com extratos de resíduos de adubos verdes e soluções puras de ácidos orgânicos.
415 Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 34, p. 2267- 2276, 1999.
416

417 FEY, R.; LANA, M. C.; ZOZ, T; RICHART, A.; LUCHESE, E. B. Relações entre lixiviação de
418 nitrato e produção de biomassa do milho com dejetos suínos provenientes de diferentes tratamentos.
419 Revista Brasileira de Ciências Agrárias; v. 05; n. 02, p. 212–218; 2010.
420

421 FREITAS, W.S.; OLIVEIRA, R.A.; CECON, P.R.; PINTO, F.A.; GALVÃO, J.C.C. Efeito da
422 aplicação de águas residuárias de suinocultura em solo cultivado com milho. Engenharia na
423 Agricultura, Viçosa, v.13, n.2, p.95-102, 2005.
424

425 GIROTTO, E.; CERETTA, C. A.; BRUNETTO, G.; SANTOS, D. R.; SILVA, L. S.; LOURENZI,
426 C. R.; LORENSINI, F.; RENAN VIEIRA, C. B.; SCHMATZ, R. Acúmulo e formas de cobre e
427 zinco no solo após aplicações sucessivas de dejetos líquidos de suínos. Revista Brasileira de Ciência
428 do Solo, v. 34, n. 3, 2010.
429

430 HEINRICHS, R.; AITA, C.; AMADO, T. J. C.; FANCELLI, A. L. Cultivo consorciado de aveia e
431 ervilhaca: relação C/N da fitomassa e produtividade do milho em sucessão. Revista Brasileira de
432 Ciência do Solo, v. 25, p.331- 340, 2001.
433

434 HUE, N.V.; LICUDINE, D.L. Ameliorating of subsoil acidity through surface application of
435 organic manures. Journal of Environment Quality, v.28, p. 623-632, 1999.
436

437 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Estatística de Produção
438 Pecuária de 2012. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em:

439 <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-
441 leite-couro-ovos_201204_publ_completa.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-
440 leite-couro-ovos_201204_publ_completa.pdf)>. Acesso em: agosto de 2013.

442 KONRAD, M. Efeito de sistemas de irrigação localizada sobre a produção e qualidade da acerola
443 (*Malpighia spp*) na região da Nova Alta Paulista. Ilha Solteira: Universidade Estadual Paulista,
444 2002. 134 p. Dissertação de Mestrado em Sistema de Produção.

445
446 MAGGI, F. C.; FREITAS, P. S. L. de; SAMPAIO, S. C.; DIETER, J. Lixiviação de nutrientes em
447 solo cultivado com aplicação de água residuária de suinocultura. *Revista Brasileira de Engenharia
448 Agrícola e Ambiental* v.15, n.2, p.170–177, 2011.

449
450 MARCATO, S.M.; LIMA G.J.M.M. Efeito da restrição alimentar como redutor do poder poluente
451 dos dejetos de suínos. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.34, p.855-863, 2005.

452
453 MARY, B.; BEAUDOIN, N.; JUSTES, E.; MACHET, J.M. Calculation of nitrogen mineralization
454 and leaching in fallow soil using a simple dynamic model. *European Journal of Soil Sciences*, v.50,
455 p. 549-566, 1999.

456
457 MENDONÇA, E. S.; ROWELL, D. L. Dinâmica do alumínio e de diferentes frações orgânicas de
458 um Latossolo argiloso sobre cerrado e soja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.18, p.295-303,
459 1994.

460
461 OLIVEIRA, F.C.; MATIAZZO, M.E. Mobilidade de metais pesados em um Latossolo Amarelo
462 Distrófico tratado com lodo de esgoto e cultivado com cana-de-açúcar. *Scientia Agrícola*,
463 Piracicaba, v.58, n.4, p.807-812, 2001.

464
465 OLIVEIRA, I.P.; KLUTHCOUSKI, J.; SANTOS, R.S.M.; FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO,
466 D.; FARIA, C.D. Concentrações residuais de cobre, ferro, manganês e zinco em Latossolo Roxo
467 eutrófico sob diferentes tipos de manejo. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 31, n. 2, p. 97-103,
468 2001.

469
470 PRIOR, M.; SMANHOTTO, A.; SAMPAIO, S. C.; NÓBREGA, L. H. P.; OPAZO, M. A. U.;
471 DIETER, J. Acúmulo e percolação de fósforo no solo devido a aplicação de água residuária da
472 suinocultura na cultura do milho (*Zea mays L.*). *Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia*, v.2, p.89-96,
473 2009.

474
475 QUEIROZ, F.M. de; MATOS, A.T.de; PEREIRA O.G.; OLIVEIRA, R.A.de. Perda de nutrientes
476 por lixiviação em um Argissolo Acinzentado cultivado com meloeiro. *Ciência Rural*, v.34, n.5,
477 p.1487-1492, 2004.

478
479 RAIJ, B.V.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. Análise química para
480 avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agrônomo, 285 p., 2001.

481
482 SAMPAIO, S. C.; CAOVILO, F. A.; OPAZO, M. A. U.; NÓBREGA, L. H. P.; SUSZEK, M.;
483 Smanhotto, A. Lixiviação de íons em colunas de solo deformado e indeformado. *Revista de
484 Engenharia Agrícola*, v. 30(1), p. 150-159, 2010.

485
486 SAS INSTITUTE. Statistical Analysis System user's guide. Version 9. Cary: Statistical Analysis
487 System Institute. 513p. 2002.

488

489 SCHERER, E.E.; AITA, C. & BALDISSERA, I.T. Avaliação da qualidade do esterco líquido de
490 suínos da região Oeste Catarinense para fins de utilização como fertilizante. Florianópolis,
491 EPAGRI, 46p. (Boletim Técnico) 1996.
492

493 SCHERER, E.E.; NESI, C.N. Características químicas de um Latossolo sob diferentes sistemas de
494 preparo e adubação orgânica. Revista Bragantia, v. 68, n. 3, p. 715-721, 2009.
495

496 SCHERER, E.E.; NESI, C.N.; MASSOTTI, Z. Atributos químicos do solo influenciados por
497 sucessivas aplicações de dejetos suínos em áreas agrícolas da Região Oeste Catarinense. Revista
498 Brasileira de Ciências do Solo, v.34, p. 1375-1383, 2010.
499

500 SEGANFREDO, M.A. Uso de dejetos suínos como fertilizante e seus riscos ambientais. In:
501 SEGANFREDO, M.A., org. Gestão ambiental na suinocultura. Brasília, Embrapa, 302 p., 2007.
502

503 SILVA, D. de F.; MATOS, A. T. de; PEREIRA, O. G.; CECON, P.R.; MOREIRA, D. A.
504 Disponibilidade de sódio em solo com capim tifton e aplicação de percolado de resíduo sólido.
505 Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.10, p.1094–1100, 2010.
506

507 SIMEPAR, Instituto Tecnológico Simepar: informação meteorológica. Cascavel, 2012.
508

509 SMANHOTTO, A. Efeito da aplicação de água residuária de suinocultura em solo cultivado com
510 soja. 2008. 120 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Estadual Paulista,
511 Botucatu, 2008.
512

513 SMANHOTTO, A.; SOUSA, A. P.; SAMPAIO, S. S.; NÓBREGA, L. H. P.; PRIOR, P. Cobre e
514 zinco no material percolado e no solo com a aplicação de água residuária de suinocultura em solo
515 cultivado com soja. Engenharia Agrícola, v.30, p.347-357, 2010.
516

517 SPAGNOLLO, E. Plantas de cobertura intercalares ao milho em sistemas de cultivo mínimo e
518 convencional. 2000. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade do Estado de Santa
519 Catarina, Lages, 2000.
520

521 STEINER, F.; COSTA, M. S. S. M.; COSTA, L. A. M.; PIVETTA, L. A.; CASTOLDI, G.
522 Disponibilidade de micronutrientes no sistema plantio direto, na presença e ausência de plantas de
523 cobertura submetido a diferentes fontes de fertilizantes. Global Science and Technology; v. 04; n.
524 01, p. 28–37; 2011.
525