



**A QUESTÃO AMBIENTAL NA UTILIZAÇÃO
DE DEJETOS DE SUÍNOS COMO
FERTILIZANTE DO SOLO**



República Federativa do Brasil

Presidente

Fernando Henrique Cardoso

Ministro da Agricultura e do Abastecimento

Marcus Vinicius Pratini de Moraes

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa

Diretor-Presidente

Alberto Duque Portugal

Diretores-Executivos

Dante Daniel Giacomelli Scolari

Elza Ângela Battaggia Brito da Cunha

José Roberto Rodrigues Peres

Embrapa Suínos e Aves

Chefe Geral

Dirceu João Duarte Talamini

Chefe Adjunto de Comunicação e Negócios

Paulo Roberto Souza da Silveira

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Paulo Antônio Rabenschlag de Brum

Chefe Adjunto de Administração

Claudinei Lugarini

**A QUESTÃO AMBIENTAL NA UTILIZAÇÃO
DE DEJETOS DE SUÍNOS COMO
FERTILIZANTE DO SOLO**

Milton Antonio Seganfredo



Concórdia, SC
2000

Embrapa Suínos e Aves. Circular Técnica, 22 ISSN 0102-3713

Exemplares desta publicação podem ser solicitados a:

Embrapa Suínos e Aves
Br 153 - Km 110 - Vila Tamanduá
Caixa Postal 21
89.700-000 - Concórdia - SC

Telefone: (49) 442.8555
Fax: (49) 442.8559
http: //www.cnpsa.embrapa.br
e-mail: sac@cnpsa.embrapa.br

Tiragem: 500 exemplares

Tratamento editorial: Tânia Maria Biavatti Celant

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

1. Suíno-dejeto. 2. Meio-ambiente. 3. Fertilizante orgânico I.Título. II.Série.

CDD 628.7466

SUMÁRIO

Introdução.....	05
Características gerais da suinocultura catarinense e a problemática dos dejetos de suínos.....	06
Alternativas de reciclagem	07
A utilização dos dejetos de suínos como fertilizante do solo.....	08
A sustentabilidade dos sistemas adubados com dejetos de suínos.....	11
A situação em outros países onde se utiliza dejetos de suínos como fertilizante do solo.....	15
Prejuízos causados pela aplicação de excessivas quantidades de dejetos ao solo.....	16
Algumas causas da demora na percepção dos efeitos adversos da adubação com dejetos de suínos.....	17
Qual o limite, quando se pode aplicar em cada solo?	21
Referências Bibliográficas.....	29

A QUESTÃO AMBIENTAL NA UTILIZAÇÃO DE DEJETOS DE SUÍNOS COMO FERTILIZANTE DO SOLO

Milton Antonio Seganfredo¹

Introdução

Os dejetos de suínos contém elementos químicos, que tanto podem promover o desenvolvimento das plantas (Comissão de Fertilidade do Solo RS/SC, 1995) quanto causar danos ambientais (Brandjes et al., 1996). Em função disso, a pergunta que se faz é: qual a quantidade de dejetos que se pode adicionar ao solo, e por quanto tempo, sem que hajam consequências negativas ao solo como desequilíbrios iônicos, fitotoxicidade às plantas, poluição da atmosfera por volatilização e contaminação das águas de superfície e subsuperfície por lixiviação, de maneira que os sistemas adubados com esses resíduos sejam auto-sustentáveis?

Neste trabalho, são abordados alguns pontos para reflexão sobre a questão ambiental na utilização de dejetos de suínos como fertilizante do solo e apresentados resultados de pesquisa que evidenciam a necessidade de se disciplinar essa prática.

¹ Engº. Agrº., M.Sc., Ciência do Solo, Embrapa Suínos e Aves, Caixa Postal 21, CEP 89700-000, Concórdia, SC, email: milton@cnpsa.embrapa.br.

Características gerais da suinocultura catarinense e a problemática dos dejetos de suínos

A suinocultura desenvolvida no Sul do país é uma atividade de grande importância econômica e social para a região, pois abrange, apenas em Santa Catarina, 4,5 milhões de animais. No referido Estado, apesar de 70% dos suínos estarem concentrados em 12.994 propriedades (Linder, 1999), até o censo agropecuário de 1996 (Testa et al., 1996; IBGE, 1997), haviam 96.693 suinocultores.

Com o aumento da densidade populacional de suínos, especialmente no Oeste de Santa Catarina (Testa et al., 1996; IBGE, 1997), houve, em consequência, um grande aumento no volume de dejetos produzidos por propriedade, os quais, inadequadamente manejados, passaram a facilitar a proliferação de insetos (Paiva, 1994) e, a causar problemas de contaminação ambiental, destacando-se a deterioração da qualidade das águas de superfície e de subsuperfície (Oliveira, 1993; Prefeitura Municipal de Concórdia 1994; Seganfredo, 1998).

Justificadamente, a criação de suínos em confinamento é considerada, pelos órgãos de fiscalização ambiental (Lindner, 1995), como de alto potencial poluidor. Essa característica se deve, fundamentalmente, à composição química das

dejeções desses animais, que ao serem lançadas, sem o adequado tratamento, em cursos ou fontes d'água, podem contaminá-los. Além de se tornarem impróprios ao abastecimento, os mananciais hídricos contaminados passam a ser fonte de infecção para as populações humana e animal.

Para evitar ou minimizar tais problemas, faz-se necessário a reciclagem dos dejetos, dentro dos princípios de preservação ambiental.

Alternativas de reciclagem

Entre as alternativas de reciclagem para os dejetos, podem ser citadas a produção de gás metano (biogás) e outros tipos de energia, a transformação em adubos orgânicos processados, a alimentação de outras espécies, destacando-se os bovinos e peixes e, a utilização como fertilizantes (Oliveira, 1993; Konzen, 1983). Essa última, é a que tem sido a de maior receptividade pelos agricultores, por ser a de mais fácil operacionalização na propriedade. A operacionalidade não é um critério suficiente, porém, para que se possa considerar o uso como fertilizante, como a solução única e/ou definitiva para o problema dos dejetos de suínos.

A utilização dos dejetos de suínos como fertilizante do solo

Os dejetos de suínos têm sido utilizados como fertilizante do solo porque possuem elementos químicos (Tabela 1) que, ao serem adicionados ao solo, podem se constituir em nutrientes para as plantas. Tais nutrientes, após sua mineralização no solo, poderão ser absorvidos pelas plantas da mesma forma que aqueles dos fertilizantes químicos (Comissão de Fertilidade do Solo RS/SC, 1995; Brandjes et al., 1996).

Ao contrário dos fertilizantes químicos, no entanto, os dejetos de suínos possuem composição química muito variável, em função principalmente da alimentação e do manejo da água empregados nos criatórios de suínos. Enquanto os fertilizantes químicos são formulados para as condições específicas de cada cultura e solo (Comissão de Fertilidade do Solo RS/SC, 1995), os dejetos de suínos apresentam, simultaneamente, vários nutrientes que se encontram em quantidades desproporcionais em relação a capacidade de extração das plantas. Com isso, as adubações contínuas com dejetos poderão ocasionar desequilíbrios químicos, físicos e biológicos no solo, cuja gravidade dependerá da composição desses resíduos, da quantidade aplicada, da capacidade de extração das plantas, do tipo de solo e do tempo de utilização dos dejetos (Burton, 1996; Pain, 1998;

Federal Environmental Agency, 1998; Hahne et al, 1996).

Embora a literatura internacional seja relativamente ampla sobre a utilização de dejetos como fertilizante do solo, o acervo brasileiro é ainda muito limitado. Além disso, às informações restringem-se a curvas de resposta de algumas plantas a diferentes quantidades aplicadas ao solo em experimentos de curta duração e, voltadas predominantemente para macronutrientes (Scherer et al. 1984; Ernani, 1984; Konzen, 1990; Comissão de Fertilidade do Solo RS/SC, 1995). Essas referências, ainda que demonstrem a possibilidade de uso dos dejetos como fertilizante do solo, não são suficientes, porém, para que se possa projetar as perspectivas de sustentabilidade dos sistemas adubados com dejetos de suínos, pois não contemplam o balanço de nutrientes e, tampouco, a sua movimentação no perfil do solo. Além disso, para se preservar a qualidade do solo, outros fatores deverão ser avaliados, como o tempo de aplicação, a forma; líquida ou sólida e, a concentração de nutrientes, uma vez que esta determinará a dose a aplicar e a necessidade ou não de complementação com fertilizantes químicos para cada cultura em cada solo (Konzen, 1990; Juste, 1991).

TABELA 1. Composição química de algumas amostras de dejetos líquidos de suínos, em teores totais.

Amostra ¹	Nutrientes							
	Ca g/L	Mg g/L	P g/L	K g/L	Cu mg/L	Zn mg/L	Mn mg/L	N g/L
A	2,22	0,74	1,83	0,63	34,8	119,0	24,8	3,45
B	2,50	0,74	1,80	0,44	36,5	120,0	30,0	3,40
C	3,34	1,30	3,18	0,94	31,9	159,0	39,2	5,90
D	2,25	0,82	1,89	0,58	42,7	134,1	23,0	3,12
E	5,70	0,96	2,50	1,20	11,7	72,4	49,2	6,00
F	3,50	1,50	3,90	6,80	51,0	51,0	-	6,50

1. A, B, C = Seganfredo (1998).
 D = Seganfredo (1997).
 E = Konzen (1980).
 F = Hoeksma (1998).

A sustentabilidade dos sistemas adubados com dejetos de suínos

Para que qualquer sistema agrícola seja auto-sustentável, ou seja, que possa ser produtivo, lucrativo e, repetido indefinidamente com isenção ou mínimos danos ambientais, é necessário que, por um lado, as quantidades de nutrientes retiradas pelas plantas sejam repostas (Ketelaars & Meer, 1998), através de adubações orgânicas ou químicas e, por outro, que as quantidades de nutrientes adicionadas não sejam maiores do que aquelas requeridas pelas plantas (Pain, 1998). Se as quantidades adicionadas forem menores, haverá diminuição da produtividade e, por consequência, da lucratividade, o que inviabiliza o sistema do ponto de vista econômico. Se as quantidades adicionadas forem maiores, no entanto, haverá acúmulo de nutrientes no solo (Burton, 1996; Seganfredo, 1999), resultando, a médio e longo prazo, na deterioração da qualidade do solo e das suas águas.

Para exemplificar o desequilíbrio existente entre as quantidades de nutrientes adicionados, através dos dejetos de suínos, em relação às quantidades absorvidas pelas plantas, pode-se utilizar a cultura do milho, principal cereal da Região Sul, especialmente para Santa Catarina, onde é matéria-prima

fundamental na composição de rações. Seguindo-se o critério universalmente mais empregado que é o de utilizar os nutrientes N ou P dos dejetos, como base para o cálculo das doses a aplicar para cada cultura em cada solo (Comissão de Fertilidade do Solo RS/SC, 1995; United States Department of Agriculture, 1999) as quantidades de micronutrientes excederão amplamente aquelas extraídas pelo milho, mesmo para uma produção de grãos de 9 t/ha (Tabela 2).

Considerando-se apenas as reações eletroquímicas do solo e a meta de se manter a saturação de bases em torno de 70%, para a ocupação dos 30% restantes da CTC de um solo com 18 cmolc/100 g seriam necessários, teoricamente, 4.572 kg/ha ou 2.286 mg/kg de cobre ou o equivalente estequiométrico de outros metais como zinco, níquel, cádmio e chumbo. É importante destacar, porém, que a legislação dos Estados Unidos, a mais tolerante em relação aos limites, estabelece como máximo, 1.400 kg/ha para o cobre e 2.800 kg/ha para o zinco. Os limites seriam ainda mais rígidos, se tomados como referência os resultados publicados por Baath et al (1998), nos quais foi demonstrado que 40 kg/ha para o cobre e 280 kg/ha para o zinco, já são suficientes para afetar negativamente a diversidade biológica do solo. Esses resultados se constituem num alerta e estimulam a

discussão sobre a sustentabilidade de sistemas adubados com dejetos contendo altos teores de cobre e zinco. Além dos efeitos ecológicos gerais, os critérios de avaliação devem levar em conta também, os efeitos cumulativos que poderão ocorrer na cadeia alimentar (Kabata-Pendias, 1995) onde os organismos contaminados passam a ser fonte de contaminação para outros que lhe são dependentes. Assim sendo, para preservar a qualidade do solo e do ambiente, a quantidade de dejetos a aplicar deve estar condicionada ao componente mais sensível no sistema, quer seja planta, animal ou recurso natural nele inserido ou dele dependente.

TABELA 2. Quantidade de nutrientes adicionados através de dejetos de suínos e quantidades extraídas pelo milho, para uma produtividade de grãos de 9 t/ha, num solo argiloso contendo 3,5 % de matéria orgânica.

Nutriente	Konzen (1980)	Seganfredo (1998)	Comissão de Fertilidade do Solo RS/SC (1995)	Nutrientes extraídos ¹ para 9 t/ha de grãos
nutrientes ² adicionados em kg/ha				
N	140	140	140	125
P ₂ O ₅	129	168	124	53
K ₂ O	46	37	50	31
Ca	131	89	-	4,0
Mg	22	31	-	10
nutrientes ² adicionados em g/ha				
Cu	271	1133	-	24
Zn	1665	4371	-	224
Mn	1132	1031	-	69

1. Calculados com base em Embrapa (1993) e Embrapa (1991).

2. Calculados tendo como ponto de partida, a composição de N dos dejetos e a demanda total de N do milho.

A situação em outros países onde se utiliza dejetos de suínos como fertilizante do solo

Em outros países onde os dejetos vem sendo utilizados como fertilizante do solo em grandes quantidades e por longos períodos, como na Alemanha e Holanda (Burton, 1997), a poluição ambiental motivou a implantação de medidas restritivas muito rígidas quanto a sua aplicação, na tentativa de preservação e recuperação do solo e das águas de superfície e de subsuperfície (Federal Environmental Agency, 1998; Hahne et al, 1996). Na Bélgica, a região de Flandres está em situação igualmente crítica. É importantíssimo destacar que naquela região, reconhecidamente de alta densidade suinícola, os dejetos produzidos pelo total de animais criados em confinamento, é de 50 t/ha/ano (Vlassak, 1998), uma quantidade inferior àquela verificada em algumas micro-regiões de SC, considerando-se apenas os dejetos de suínos (IBGE, 1997). Nesses países, alguns dos principais problemas hoje existentes, como o acúmulo de nutrientes no solo e o excesso de nitratos nas águas (Federal Environmental Agency, 1998; Molen et al, 1998), são de difícil solução, pois advêm, em grande parte, do efeito retardado da aplicação de grandes quantidades de dejetos por longos períodos (Bloxham & Svoboda, 1996). Nessas circunstâncias, a

remoção do excesso de nutrientes, de maneira a se retornar aos teores originalmente existentes é praticamente inatingível (Kabata-Pendias, 1995).

Prejuízos causados pela aplicação de excessivas quantidades de dejetos ao solo

A aplicação de grandes quantidades de dejetos ao solo, freqüentemente considerada uma maneira "prática e econômica" de se remover tais resíduos das instalações (Schnug, 1994), pode provocar o acúmulo de nutrientes no solo que, por sua vez, poderão resultar em prejuízos econômicos diretos aos agricultores, podendo-se destacar: 1. Menos opções para a diversificação das atividades agropecuárias, pela redução do número de espécies possíveis de serem cultivadas, em função da diferente suscetibilidade de cada espécie aos desequilíbrios químicos provocados no solo (Kabata-Pendias, 1995; Lübben et al., 1991); 2. Queda na produtividade de cereais, especialmente devido ao excesso de nitrogênio (Siegenthalter et al., 1994). 3. Intoxicação de animais, ocasionada pelo acúmulo excessivo de determinados nutrientes na forragem, como por exemplo o cobre, prejudicial a ovelhas (Siegenthalter et al., 1994; Brandjes et al., 1996) 4. Menor preço de

venda de produtos, como as hortaliças, depreciadas pela diminuição na sua qualidade, devido ao acúmulo de metais pesados (Siegenthalter et al., 1994), ou pela desproporção entre partes vegetativas e reprodutivas ou de reservas, provocada pelo excesso de nitrogênio no solo (O'Kiely et al., 1994).

Algumas causas da demora na percepção dos efeitos adversos da adubação com dejetos de suínos

Entre as causas da demora na percepção da dimensão dos efeitos adversos da utilização de dejetos animais como fertilizante, pode-se destacar as seguintes: 1. As criações em larga escala, resultando em grandes acúmulos de dejetos, são relativamente recentes (Testa et al., 1996); 2. O "lag time" ou lacuna de tempo havido entre o início das adubações com dejetos e a manifestação dos seus efeitos adversos e percepção da dimensão do problema (Bloxham & Svoboda, 1996). Em outras palavras, os danos ambientais foram aumentando paulatinamente, de maneira que só lhes foram dada real importância, no momento em que se perceberam prejuízos à saúde pública e à economia; 3. Os conceitos sobre as adubações orgânicas (Russel, 1973), foram estabelecidos com base na reciclagem de resíduos de

vegetais e esterco de animais alimentados fundamentalmente com pastagens ou silagens. Tais resíduos, utilizados no sistema tradicional de produção animal de baixa intensidade, originavam poucos problemas ambientais (Bloxham & Svoboda, 1996). Os dejetos de suínos são, no entanto, excreções de composição múltipla e desequilibrada em relação a capacidade de extração das plantas (Comissão de Fertilidade do Solo RS/SC, 1995; Konzen, 1980; Scherer 1997), pois os suínos são alimentados com rações altamente concentradas em nutrientes que não são aproveitados integralmente (Lima et al., 1997). As características dos dejetos de suínos criados em confinamento são, portanto, muito diferentes daquelas dos esterco e resíduos vegetais que foram objeto da promoção da adubação orgânica; 4. Alguns equipamentos laboratoriais mais exatos e precisos, como os aparelhos de absorção atômica, surgiram somente no início da década de 60 (Moffett, 1999). Com esses aparelhos, tornou-se possível determinar, com suficiente confiabilidade, alguns elementos químicos denominados de metais pesados, para os quais um pequeno acréscimo é suficiente para causar fitotoxicidade às plantas (Comissão de Fertilidade do Solo RS/SC, 1995) ou problemas ambientais, citando-se o cobre, zinco, níquel, cádmio, arsênio, chumbo, cromo e o estanho (Alloway, 1995); 5. Os critérios

utilizados nos programas de adubação do solo. Todos eles, de maneira geral, consideram os fertilizantes químicos como insumo escasso (Raij, 1983; Comissão de Fertilidade do Solo RS/SC, 1995), donde resultaram recomendações de quantidades limitadas de fertilizantes, quer seja tendo como base a máxima eficiência técnica quanto econômica. Esse panorama é oposto àquele verificado para os dejetos de suínos, pois ao serem acumulados em grandes quantidades, esses resíduos passam a ser um produto ou "insumo abundante" e, freqüentemente, indesejável (Schnug, 1994). Além disso, devido às restrições topográficas e aos altos custos de armazenagem e de transporte, em muitas propriedades rurais os dejetos são aplicados continuamente nos mesmos locais e, em frequências e quantidades excessivas em relação à capacidade de absorção das plantas. Para ilustrar essa situação, pode-se fazer algumas projeções baseadas nas seguintes informações do Oeste de Santa Catarina: rebanho de 3.431.932 cabeças, 20.000 suinocultores empresariais, área apta para agricultura de 791.000 ha e excreção de 32,7 g diárias de Nitrogênio por animal. Nessas condições, cada propriedade suinícola teria uma disponibilidade anual de 2048 kg de Nitrogênio proveniente dos dejetos e, para reciclá-los, necessitaria de uma área mínima de terras aptas de 15 ha. Com isso, mesmo

desconsiderando-se o excesso de micronutrientes, a área total mínima por propriedade suinícola não poderia ser menor do que 47 ha, pois apenas a terça parte do total das terras da região são classificadas como aptas para agricultura. Entretanto, 94 % das propriedades rurais do Oeste de Santa Catarina possuem área total menor do que 50 ha e 70 % delas possuem menos do que 20 ha (Tabela 3).

TABELA 3. Número de propriedades no Oeste Catarinense, por grupos de área total, em 1996.

Grupos de área total	Propriedades por extrato	Frequência por extrato	Frequência acumulada
menos de 1 ha	1.084	1,11	1,1
1 a menos de 2 ha	1.876	1,92	3,0
2 a menos de 5 ha	9.502	9,72	12,7
5 a menos de 10 ha	20.386	20,85	33,6
10 a menos de 20 ha	35.904	36,72	70,3
20 a menos de 50 ha	22.974	23,50	93,8
50 a menos de 100 ha	3.871	3,96	97,8
100 a menos de 200 ha	1.197	1,22	99,0
200 a menos de 500 ha	637	0,65	99,6
500 a menos de 1.000 ha	210	0,21	99,9
1.000 a menos de 2.000 ha	90	0,09	100,0
2.000 a menos de 5.000 ha	39	0,04	100,0
5.000 a menos de 10.000 ha	6	0,01	100,0
10.000 a menos de 100.000 ha	1	0,00	100,0
100.000 ha e mais	0	0	100,0
Total do Oeste Catarinense	97777		

Fonte: IBGE (1997).

Qual é o limite, quanto se pode aplicar em cada solo ?

Os dejetos de suínos contêm elementos químicos, que, se, por um lado, podem promover o desenvolvimento das plantas (Comissão de Fertilidade do Solo RS/SC, 1995), também podem, pelo outro, causar danos ambientais (Brandjes et al., 1996). Em função disso, a pergunta que se faz é: qual a quantidade de dejetos que se pode adicionar ao solo, e por quanto tempo, sem que hajam consequências negativas ao solo por desequilíbrio iônico, fitotoxicidade às plantas, poluição da atmosfera por volatilização e contaminação das águas de superfície e de subsuperfície por lixiviação, de maneira que os sistemas adubados com esses resíduos sejam auto-sustentáveis ?

Resultados de pesquisas conduzidas na microrregião de mais alta densidade de suínos do Brasil (Prefeitura Municipal de Concórdia, 1994), demonstram como se torna complexa a situação, quando se deseja manter altos índices de produtividade sem degradar o ambiente e, ao mesmo tempo, aumentar a rotatividade das estruturas de armazenagem. Quando se estabeleceu como objetivo o mínimo tempo possível de armazenamento e o suprimento de N integralmente através dos dejetos, as

quantidades aplicadas foram aquelas necessárias para suprir 140 kg/ha de N. Com tal dosagem de dejetos, a produtividade do milho foi superior àquela obtida com 140 kg/ha de N aplicado através de fertilizante químico N-P-K. Houve, entretanto, excedente de Mg, Cu, Zn e P, pois esses nutrientes tiveram sua disponibilidade aumentada no solo, além do N-nitratos na camada de 40 a 60 cm ter ultrapassado o limite de 10 mg/L estabelecido para águas potáveis (Tabela 4). Caso houvesse sido utilizado o fósforo como referência para o cálculo da dosagem de dejetos, o excedente teria sido ainda maior, agravando-se a poluição das águas de superfície e de subsuperfície por nitratos. Por outro lado, quando se estabeleceu como objetivo a reciclagem dos dejetos com a mínima degradação ambiental, adicionou-se uma dose de dejetos equivalente a 50 kg/ha de N, que é a quantidade do elemento recomendada para a adubação na semeadura (Comissão de Fertilidade do Solo RS/SC, 1995). O N restante para completar os 140kg/ha para o solo e cultura utilizados, foi suplementado através do fertilizante químico uréia. Com esse tratamento, a produtividade do milho foi semelhante àquela do fertilizante químico N-P-K e embora o potássio tenha sido insuficiente, os demais nutrientes do solo mostraram-se similares aos do fertilizante químico. A curto prazo, a principal

vantagem de se adicionar uma menor dose de dejetos, por ocasião da semeadura, e posteriormente complementá-la com fertilizante N, é a manutenção dos teores de N-nitratos na camada de 40 a 60 cm inferiores ao limite de 10 mg/L. Embora a dose de dejetos tenha sido de 1/3 daquela que se recomendaria para suprir a demanda de N integralmente através dos dejetos, as quantidades de Cu e Zn adicionadas ainda estiveram acima da capacidade de extração da cultura. Desta forma, fazem-se necessários experimentos de mais longa duração, para que se possa projetar as perspectivas de sustentabilidade dos sistemas adubados com dejetos de suínos.

TABELA 4. Efeito de dejetos líquidos de suínos e fertilizantes químicos na produtividade do milho e, em alguns macro e micronutrientes disponíveis de um solo argiloso (4 rep).

Tratamentos ¹	grãos t/ha	Ca cmol _c /100g	Mg cmol _c /100g	Cu ug/g	Zn Ug/g	P ug/g	K ug/g	N-NO ₃ ⁽²⁾ mg/L
50 C	5,56 a	8,82 a	6,65 a	8,24 bc	4,54 b	8,11 c	191 a	12,0 abc
50 C + N	5,81 a	9,68 a	6,99 a	7,06 c	4,94 b	6,70 c	144 a	8,0 bc
100C	5,47 a	8,42 ab	6,28 ab	10,79 a	5,14 ab	10,19 b	184 a	18,7 a
100 S/C	4,55	7,61 b	5,03 b	11,46 b	4,86 b	8,25 c	166 a	16,7 ab
150 C	6,01 b	9,19 a	7,13 a	9,65 ab	5,82 a	12,70 a	180 a	18,1 a
MIN	5,63 a	9,56 a	6,93 a	6,72 c	4,55 b	6,78 c	176 a	10,0 abc
ZERO	4,27 b	9,70 a	7,24 a	7,30 bc	5,15 ab	6,79 c	134 a	7,3 c

1. ZERO-50C-100C-150C = dejetos em doses equivalentes a 0-50-100-150 kg/ha N; 50 C+N = 50kg/ha + 90 kg/ha N em cobertura; 100 S/C = dejetos em dose equivalente 100 kg/ha de N; MIN = fertilizante químico 50-90-100 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O + 90 kg/ha N em cobertura. T1 a T6 foram aplicados em solo calcariado e o T7, em solo não calcariado.

2. Calculado segundo Rowell (1994).

NOTA: Teste Tukey (P > 5%).

Independentemente do tipo de solo e de região, o ponto de partida para tornar auto-sustentáveis os sistemas agrícolas adubados com dejetos de suínos, reside na diminuição da carga poluente desses resíduos, destacando-se a quantidade de matéria orgânica e de nutrientes. Para se atingir tal objetivo, várias são as medidas necessárias como, por exemplo, a utilização de dietas melhor balanceadas, melhor manejo do rebanho, melhor higienização e linhagens de suínos com melhor aproveitamento dos nutrientes fornecidos (Lima, 1996; Klooster & Metz, 1998). Essas medidas são imprescindíveis para possibilitar a utilização dos dejetos como fertilizante do solo em dosagens maiores e mais longos períodos, mas ainda não são suficientes para estabelecer o equilíbrio entre a quantidade de nutrientes adicionados e a capacidade de extração das plantas.

A única forma de se evitar o desequilíbrio do solo, e os danos ambientais advindos do excesso de nutrientes provenientes dos dejetos aplicados por longos períodos ao solo, é a de se limitar as quantidades desses, às quantidades extraídas pelas plantas. Os nutrientes não supridos integralmente via dejetos, poderão ser complementados através de fertilizantes químicos isentos, ou com mínima quantidade de outros elementos químicos contidos na condição de impurezas. Isso é especialmente válido

para o cádmio, cromo, arsênio, níquel, chumbo e mercúrio. Quando em excesso, esses elementos são tão prejudiciais ao ambiente, que vários países já estabeleceram legislação específica para limitar o seu acúmulo no solo (Tabela 5). Informações recentes (Baath, 1999) dão conta de que a União Européia deverá adotar limites ainda mais rígidos, o que poderá ocorrer também com os EUA, se nesse país for seguido o plano de manejo de nutrientes no solo (United States Department of Agriculture, 1999), ao invés da norma 40CFR503 editada por Environmental Protection Agency (1999).

Ante a exigência dos consumidores quanto a qualidade dos produtos e a necessidade de preservação da capacidade produtiva do solo e da qualidade da água para as futuras gerações, alguns países Europeus têm buscado atingir a meta definida como "resíduo zero" (McGrath et al., 1994), ou seja, somente adicionar ao solo, as quantidades necessárias para se repor o que é extraído pelas plantas, descontando-se as quantidades que ingressam no sistema, qualquer que seja a fonte.

Enquanto as pesquisas para o estabelecimento de limites mais condizentes com as plantas, clima e solos brasileiros encontram-se ainda em andamento, alguns critérios deverão ser observados quando houver o

interesse na utilização de dejetos como fertilizante do solo:

1. Fornecimento de dietas melhor balanceadas para os suínos, evitando-se os excedentes, principalmente de N, P, Cu e Zn.
2. Proceder à análise química dos dejetos, para que as quantidades a serem aplicadas sejam calculadas com base na sua composição de nutrientes e a demanda de cada cultura em cada solo.
3. Proceder, periodicamente, à análise química do solo, para se conhecer e registrar a evolução do seu balanço de nutrientes.
4. Analisar, periodicamente, as águas de subsuperfície dos solos onde se aplica dejetos, pois a qualidade da água do solo é o principal indicativo das perdas através do perfil, como de nutrientes, nitratos e organismos patogênicos.
5. Acompanhamento do comportamento das plantas à campo, para a detecção de eventuais distúrbios ou sintomas de deficiência ou fitotoxicidade de nutrientes ocasionados pelos dejetos.
6. Utilizar espécies e linhagens de plantas com alta e seletiva capacidade de extração de nutrientes, para a remoção daqueles já excedentes no solo.

TABELA 5. Limites máximos permitidos de metais no solo na União Européia, alguns países Europeus e Estados Unidos.

Países	Metal, em mg/kg de solo						
	Cd	Cu	Cr	Ni	Pb	Zn	Hg
União Européia	1-3	50-140	-	30-75	50-300	150-300	1-1,5
França	2	100	150	50	100	300	1
Alemanha ^a	1,5	60	100	50	100	200	1
Itália	3	100	150	50	100	300	-
Espanha	1	50	100	30	50	150	1
Holanda ^b							
. valor de referência	0,8	36	100	35	85	140	0,3
. exige recuperação	12	190	380	210	530	720	10
Inglaterra ^c	3	135	-	75	300	300	1
Dinamarca	0,5	40	30	15	40	100	0,5
Finlândia	0,5	100	200	60	60	150	0,2
Noruega	1	50	100	30	50	150	1
Suécia ^d	0,5	40	30	15	40	100	0,5
Estados Unidos	20	750	1500	210	150	1400	8

a = Para pH maior que 6,0. Para pH entre 5,0 e 6,0, os limites de Cd e Zn são de 1,0 e 150 mg/kg, respectivamente.

b = Para solos que não recebem lodo de esgoto.

c = Para pH entre 6,0 e 7,0.

d = Proposta preliminar.

Fonte: McGrath et al. (1994).

Referências Bibliográficas

- ALLOWAY, B.J. **Heavy metals in soils**. 2.ed. London: Blackie, 1995. 368p.
- BAATH, E. Metal limits. erland.baath@mbioekol.lu.se. Mensagem pessoal. 3 dez 1999.
- BAATH, E.; DIAZ-RAVINA, M.; FROSTEGARD, A.; CAMPBELL, C.D. Effect of metal-rich sludge amendments on the soil microbial community. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 64, n.1, p. 238-245. 1998.
- BLOXHAM, P.F.; SVOBODA, I.F. Management of livestock manures in the UK. **Ingénieries**, Cachan p. 39-47, 1996. Número especial.
- BURTON, C.H. **Manure management; treatment and strategies for sustainable agriculture**. Wrest Park: Silsoe Research Institute, 1997. 181p.
- BURTON, C.H. Processing strategies for farm livestock slurries. – an EU collaboration. **Ingénieries**, Cachan, p. 5-10, 1996. Número especial.
- BRANDJES, P.J.; de WIT, J.; MEER, H.G. van der. **Livestock and the environment: finding a balance**. Wageningen: IAC, 1996. 53p.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC. **Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 3.ed. Passo Fundo: SBCS - Núcleo Regional Sul/EMBRAPA-CNPT, 1995. 223p.

- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (Sete Lagoas, Mg). **Recomendações técnicas para o cultivo do milho**. Brasília: Embrapa – SPI, 1993. 204p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (Concórdia, SC). **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. 3 ed. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1991. 97p.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Disponível: site <http://frwebgate.access.gpo.gov> . Jun 1999.
- ERNANI, P.R. Necessidade da adição de N para o milho em solo fertilizado com esterco de suínos, cama de aves e adubos minerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.8, p.313-317, 1984.
- FEDERAL ENVIRONMENTAL AGENCY (Berlin, Germany). **Sustainable development in Germany; progress and prospects**. Berlin: Erich Schmidt, 1998. 344p.
- FRAPE, D.L.; TUCK, M.G. A relationship between amino acid supplementation of the diet pigs and the metabolism of N and energy. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.92, 1979. p. 269-272.
- HAHNE, J.; BECK, J.; OECHSNER, H. Management of livestock manure in Germany – a brief overview. **Ingénieries**, Cachan, p. 11-22, 1996. Número especial.
- HOEKSMAN, P. Composition pig slurry. p.hoeksma@imag.dlo.nl. Mensagem pessoal. 29 set 1998.
- IBGE. (Rio de Janeiro). Disponível: site IBGE (1997). <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. 06 abr. 1999.

- JUSTE, C. Effect of animal effluent applications on soil behavior. In: EUROPEAN CONFERENCE ENVIRONMENT, AGRICULTURE, STOCK FARMING IN EUROPE, 1991, Mantua, Italy. [Proceedings...] Mantua [s.n.], 1991. p. 1-28.
- KABATA-PENDIAS, A. Agricultural problems related to excessive trace metal contents of soils. In: SALOMONS, S.W.; FÖRSTNER, U.; MADER, P. eds. **Heavy metals: problems and solutions.** [s.l.]: Springer, 1995. p. 3-18.
- KETELAARS, J.J.M.H.; MEER, H.G., van der. Perspective for improving efficiency of nutrient use in livestock production in the Netherlands. In: MATSUNAKA, T. ed. **Environmental friendly management of farm animal waste.** Sapporo: Kikashi Insatsu, 1998. p. 159-164.
- KLOOSTER, C, E. van't; METZ, J.H.M. Pig wastes disposal; mechanisms and implications. In: INTERNATIONAL PIG VETERINARIAN SOCIETY CONGRESS, 15., 1998, Birminghnam, England. **Proceedings...** Birminghnam: IPVS, 1998. p. 267-271.
- KONZEN, E. A. **Avaliação quantitativa e qualitativa dos dejetos de suínos em crescimento e terminação, manejados em forma líquida.** Belo Horizonte: UFMG, 1980. 56p. Tese de Mestrado.
- KONZEN, E.A. **Manejo e utilização dos dejetos de suínos.** Concórdia: EMBRAPA-CNPISA, 1983. 32p. (EMBRAPA-CNPISA. Circular Técnica, 6).
- KONZEN, E.A. **Utilização do esterco líquido de suínos visando saneamento rural e redução de custos para o produtor.** Sete Lagoas: EMBRAPA -CNPMS, 1990. 7p.

- LIMA, G.J.M.M.; MORES, N.; SOBESTIANSKY, J.; DALLA COSTA, O.A.; BARIONI JUNIOR, W.; ZANOTTO, D.L.; GIL, L.H.V.G.; AMARAL, A.L.; COIMBRA, J.B.S.; PERDOMO, C.C.; PAIVA, D.P. Perfil da composição química de dietas de suínos em fase de creche e das características de sua produção no Sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 8., 1997, Foz do Iguaçu, PR. *Anais... Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1997. p.371-372.*
- LIMA, G.J.M.M. O papel do nutricionista no controle da poluição ambiental por dejetos de suínos. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS E AVES, 1996, Campinas, SP. *Anais... 1996. Campinas: CBNA, 1996. p. 118-134.*
- LINDNER, E.A. **Diagnóstico da suinocultura e avicultura em Santa Catarina.** [s. l.]: FIESC/IEL, [1999]. 130p.
- LINDNER, E.A. Legislação ambiental vigente. In: EPAGRI. **Aspectos práticos do manejo de dejetos de suínos.** Florianópolis: EPAGRI/EMBRAPA-CNPSA, 1995. p.13-21.
- LÜBBEN, S.; RIETZ, E.; SAUERBECK, D. Metal uptake and crop growth on sewage sludge field trials with heavy metal contents near the recommended limit values. In: L'HERMITE, P. **Treatment and use of liquid agricultural wastes.** London: Elsevier, 1991. p. 535-543.
- McGRATH, S.P.; CHANG, A. C.; PAGE, A.L. WITTER, E. Land application of sewage sludge-scientific perspectives of heavy metal loading limits in Europe and the United States. **Environmental Reviews**, v. 2. p. 1-11, 1994.

- MOFFETT, J. The history about. jonathan.moffett@osi.varian.com.
Mensagem pessoal. 25 jun. 1998.
- MOLEN, D.T. van der; BREEUWSMA, A.; BOERS, P.C.M.
Agricultural nutrient losses to surface water in The Netherlands: impact, strategies, and perspectives. *Journal of Environmental Quality*, v. 27, p. 4-11, 1998.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (Washington, USA).
Minimizing nutrient excretion. In: NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of swine**. 10ed. Washington: National Academy Press, 1998. p. 103-106.
- O'KIELY, P.; CARTON, O.T.; LENEHAN, J.J. Effect of time method and rate of slurry application to grassland growth for silage. In: HAL, J.E., ed. **Animal waste management**. Rome: FAO, 1994. p. 217-223. (REUR Technical Series, 34).
- OLIVEIRA, P.A.V. de., coord. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSC, 1993. 188p. (EMBRAPA-CNPSC. Documentos, 27).
- PAIN, B. Environmentally friendly management of farm animal wastes – an overview. In: MATSUNAKA, T., ed. **Environmentally friendly management of animal waste**. Sapporo: Kikanshi Insantsu, 1998. p. 259-268.
- PAIVA, D. P. de. Controle integrado de moscas em criações de suínos. *Suinocultura Dinâmica*, Concórdia: v.3, n. 12, p. 1-5, 1994.

- PREFEITURA MUNICIPAL DE CONCÓRDIA. **Plano diretor da propriedade rural do município de Concórdia, Estado de Santa Catarina.** 2 ed. Concórdia: PMC, 1994. 115p.
- RAIJ, B. van. **Avaliação da fertilidade do solo.** Piracicaba: POTAFOS, 1983. 142p.
- ROWELL, D.L. **Soil science; methods & applications.** Essex: Longman, 1994. 350p.
- RUSSELL, E. W. **Soil conditions and plant growth.** 10 ed. London: Longman, 1973. 849p.
- SCHERER, E.E. **Micronutrientes no esterco de suínos: diagnose e uso na adubação.** **Agropecuária Catarinense**, v. 10, n.1, p. 48-50, 1997.
- SCHERER, E.E.; CASTILHOS, E.G. de.; JUCKSCH, I.; NADAL, R. de. **Efeito da adubação com esterco de suínos, nitrogênio e fósforo em milho.** Florianópolis: EMPASC, 1984. 26p. (Boletim Técnico, 24).
- SCHNUG, E. **Organic manure management and efficiency: role of organic fertilizers and their management practices.** In: **FERTILIZER AND ENVIRONMENT – INTERNATIONAL SYMPOSIUM CIEC, 8., 1994, Salamanca, Spain. Proceedings...**, Salamanca: Instituto de Recursos Naturales y Agrobiologia. 1994. p. 86.
- SEGANFREDO, M.A. **Acúmulo de macro e micronutrientes num solo adubado com dejetos de Suínos.** In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27, 1999, Brasília, DF. Anais...**, Brasília: SBCS, 1999.

- SEGANFREDO, M.A. Efeito de dejetos de suínos sobre o nitrogênio total, amônio e nitratos na superfície e subsuperfície do solo. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2., 1998., Santa Maria, RS. **Anais...**, Santa Maria: SBCS-NRS 1998.
- SEGANFREDO, M.A. **Efeito de dejetos de suínos utilizados como fertilizante orgânico, sobre as condições do solo.** Concórdia: EMBRAPA-CNPNSA, 1997. 53p. (Relatório de projeto de pesquisa).
- SIEGENTHALTER, A.; STAUFFER, B.; STADELMANN, F.X.; STAUFFER, R.W.; HÄNI, H. Excessive use of organic wastes in agriculture and field trial. In: HAL, J.E.ed. **Animal waste management.** Rome: FAO, 1994. p. 137-149. (REUR Technical series, 34).
- TESTA, V.M.; NADAL, R. de; MIOR, L.C.; BALDISSERA, I.T.; CORTINA, N. **O desenvolvimento sustentável do Oeste Catarinense; proposta para discussão.** Florianópolis: EPAGRI, 1996. 247p.
- UNITED STATES. Department of Agriculture. National Resources Conservation Service. Part 402 - Nutrient Management. Disponível: site <http://www.nhq.nrcs.usda.gov/BCS/nutri/gm-190.html>. 20 fev. 2000.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (Washington, USA). Minimizing nutrient excretion. In: NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of Swine.** 10 ed. Washington: National Academy Press, 1998. p. 103-106.
- VLASSAK, K. Animal manure: environmental problems, current recommendations and regulations in Flanders (Belgium). In: MATSUNAKA, T., ed. **Environmentally friendly management of farm animal waste.** Sapporo: Kikanshi Insatsu, 1998. p. 13-23.