



ESTRATÉGIAS PARA OTIMIZAÇÃO DO PODER FERTILIZANTE DOS DEJETOS E MITIGAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL

Carlos Alberto Ceretta & Eduardo Giroto

*Universidade Federal de Santa Maria
Departamento de Solos
Email: carlosceretta@smail.ufsm.br*

Introdução

Dejetos de qualquer natureza representam, simplesmente, um estágio na ciclagem dos nutrientes na natureza e assim devem ser interpretados para que o homem, de fato, assuma o seu papel e utilize o seu intelecto e responsabilidade para tratá-los como tal, diminuindo os impactos sobre as reservas de nutrientes e sobre a qualidade do ambiente.

Um dos principais resíduos impactantes no ambiente é o de suínos. Isso porque a criação de suínos tem relevância econômica e social no complexo agropecuário brasileiro, porque possibilita produzir alimento, empregar mão-de-obra familiar, gerar emprego e renda. O rebanho suíno brasileiro tem a sua maior representação numérica, econômica e tecnológica na região Sul, com 44% do rebanho brasileiro, com destaque para os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (ABIPECS, 2006).

Os avanços tecnológicos e a grande especialização do setor suinícola, com a integração vertical de um enorme número de suinocultores ligados a um reduzido número de empresas abatedoras e processadoras, determinaram uma redução no número de criadores e um aumento do número de suínos por unidade produtora (Seganfredo & Giroto, 2004). Além disso, as criações foram localizadas e se desenvolveram em regiões de cabeceiras de rios e zonas com solos declivosos ou rasos, principalmente no Sul do Brasil.

No Brasil até as décadas de 50 e 60, a produção de suínos, era de forma predominantemente artesanal. Porém, a partir dos anos 70 a suinocultura brasileira iniciou uma fase de grandes transformações, principalmente devido à inclusão de novas tecnologias como promotores de crescimento, antibióticos e fontes inorgânicas de minerais. Tais insumos inseridos com o objetivo de aumentar a capacidade produtiva passaram a se tornar fonte de contaminação do ambiente ao longo do tempo (Guivant & Miranda, 2004).

Os dejetos de suínos não constituíam fator de preocupação, até a década de 70, pois a concentração de animais por unidade de área era pequena e os dejetos de suínos eram facilmente manejados nas unidades de produção. O aumento nas exportações de carne suína, aliada aos interesses logísticos das empresas integradoras, favoreceu a concentração na produção de suínos em grandes unidades e, por consequência, também a produção de dejetos (Konzen, 2005). Ao longo da década de 80, o processo de articulação industrial caracterizou-se pela intensificação do processo de integração, observando-se o aumento de produção das próprias agroindústrias e, posteriormente, o aumento na escala de produção e um menor número de produtores (Berwanger, 2006). Aliado a isso, a partir dos anos 80 com a opção pela adoção de sistemas de produção baseados no confinamento de animais, passou a se ter a geração de grandes quantidades de dejetos sem, no



entanto, haver adequação dos sistemas de manejo, armazenamento e valorização dos dejetos (Oliveira, 1993).

Com a intensificação dos sistemas de confinamento, a suinocultura passa a ser responsável pela produção de grande quantidade de dejetos (EPAGRI, 1997), sendo estimada uma produção diária de 9,0 litros de dejetos por animal na fase de terminação (Dartora et al., 1998). Estima-se que um suíno produza em resíduos o equivalente a 3,5 homens (Lindner, 1999). Em termos práticos, observa-se que a maioria dos suinocultores do estado do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, utilizam sistemas de produção que geram quantidades elevadas de dejetos líquidos, ocasionado principalmente por vazamentos no sistema hidráulico, desperdício de água nos bebedouros e sistema de limpeza inadequado (Mattias, 2006). A problemática se agrava devido a sistemas de armazenagem subdimensionados, infra-estrutura de distribuição deficiente e pequena área agrícola para aplicação dos dejetos (Dartora et al., 1998).

Outro problema relacionado à produção de suínos está relacionado com a baixa assimilação dos nutrientes contidos nas rações. Em média são absorvidos de 30 a 55% do nitrogênio, 20 a 50 % do fósforo e 5 a 20% do potássio, sendo as taxas de excreção de 45 a 60% para o nitrogênio, 50 a 80% para o fósforo e 70 a 95% para o potássio (Kornegay & Harper, 1997). Para melhor avaliar estes indicadores, Lovatto et al. (2005) desenvolveram um trabalho com modelagem da ingestão, retenção e excreção de nitrogênio e fósforo na suinocultura gaúcha e constataram que o consumo total de nitrogênio pela suinocultura gaúcha é de aproximadamente 34 mil toneladas por ano, sendo que 24 mil toneladas são excretadas (70%). Os mesmos autores inferem que para o fósforo o consumo é de 8 mil toneladas por ano, sendo que 6 mil toneladas são excretadas (74%). O agravante disso é que a grande maioria deste fósforo adicionado ao solo via dejetos de suínos, acumula nos primeiros centímetros de solo, conforme detalhado e explicado em trabalho de Berwanger et al. (2008), o que potencializa o poder contaminante do fósforo no ambiente.

A grande produção de dejetos, aliada a práticas como lançamento direto dos dejetos, sem nenhum tipo de tratamento nos mananciais de água, passou a gerar desequilíbrios ecológicos (Konzen, 2003). Regiões de elevada concentração de suínos normalmente apresentam sérios problemas ambientais, devido principalmente às características do resíduo produzido e elementos químicos como metais pesados (Mattias, 2006). O destino destes resíduos deve ser de forma a causarem o mínimo impacto ambiental possível. Uma das possibilidades mais conveniente e aceita é a sua distribuição em áreas agrícolas, onde os solos assumiriam o papel de conversão deste resíduo, pela redução no número de coliformes e ciclagem dos elementos presentes, envolvendo assim além dos microrganismos, espécies que necessitam destes para o seu ciclo de vida.

No Brasil e, principalmente, nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, a utilização dos dejetos de suínos é feita quase que exclusivamente pela sua acumulação em esterqueira e posterior descarte no solo, sem tratamento adequado, utilizando-o como fertilizante em áreas de lavoura. Entretanto, por mais privilegiado que seja seu potencial de uso como fertilizante, devem ser considerados como resíduo, ou esgoto poluente e que, ao serem dispostos na natureza, sem os cuidados necessários, causam impactos ambientais negativos no solo e às águas superficiais e subsuperficiais (Konzen, 2005). Devido às restrições topográficas e os altos custos de armazenagem e transporte (Seganfredo & Giroto, 2004), em muitas



propriedades rurais os dejetos são aplicados continuamente nas mesmas áreas e em freqüências e quantidades excessivas em relação à capacidade de absorção pelas plantas cultivadas (Seganfredo, 2000; Basso, 2003; Berwanger, 2006).

Ao contrário dos fertilizantes solúveis que podem ser formulados para condições específicas de cada tipo de solo e cultura, os dejetos apresentam simultaneamente, nutrientes em quantidades desproporcionais em relação à capacidade de extração das plantas (CQFS - RS/SC, 2004). Com isso, as adubações em excesso ou continuadas com esses dejetos podem ocasionar impactos ambientais indesejáveis, destacando-se os desequilíbrios químicos e biológicos no solo, poluição das águas, perdas de produtividade e da qualidade dos produtos agropecuários e redução da diversidade de plantas e organismos do solo (Seganfredo, 2006). Para se evitar a adição de nutrientes em doses superiores à capacidade de retenção do solo ou àquelas exigidas pelas culturas, o cálculo da dose de dejetos a aplicar deve obedecer a um plano de manejo de nutrientes, corrigindo-se as deficiências e excessos advindos do uso continuado dos dejetos de animais como fertilizante (Seganfredo, 2006).

A disposição de dejetos líquidos de suínos sucessivamente ao longo dos anos nas mesmas áreas, pode causar sérios problemas com contaminação de águas subsuperficiais e rios com nitrato e fósforo (L'Herroux et al., 1997; Basso, 2003; Ceretta et al., 2005; Basso et al., 2005; Berwanger, 2006). Outro problema é a possibilidade de contaminação do solo e da água devido a alta concentração de metais pesados como Zn e Cu, que os dejetos líquidos de suínos possuem (L'Herroux et al., 1997; Hsu & Lo, 2000; Gräber et al., 2005; Mattias, 2006).

O cobre e o zinco têm origem nas rações que são fornecidas aos suínos que, geralmente sofrem suplementação com fontes de Cu e Zn, em certo grau às vezes excedendo grandemente o requerimento fisiológico dos suínos (Jondreville et al., 2003). São atribuídas muitas funções a estes dois elementos no metabolismo dos suínos, e as quantidades assimiladas são muito pequenas. Do total adicionado via ração, se estima que 72-80% do total de Cu ingerido é eliminado via dejeções dos suínos. Para o zinco a quantidade eliminada via dejetos pode ser ainda maior chegando a 92-96% do ingerido, por isso a preocupação dos técnicos na adição de fontes, destes elementos, em quantidades muitas vezes excessivas (Bonazzi et al., 1994).

Uso como fonte de nutrientes

O dejetos líquidos de suínos constitui uma fonte de vários nutrientes essenciais às plantas. Porém, sua constituição desbalanceada, em relação a necessidades das plantas, dificulta a utilização de referenciais para a recomendação de doses. Entretanto, quando manejado adequadamente, pode vir a suprir parcial ou completamente o uso de fertilizantes químicos na agricultura, diminuindo os custos de produção, em propriedades produtoras de suínos (Konzen, 2003; Ceretta et al., 2005), ou qualquer outra propriedade onde se cultive plantas, ou seja, seja necessário aumentar a disponibilidade de nutrientes para seu crescimento. Neste sentido, Scherer et al. (1986) comparando a produtividade de milho com e sem aplicação de dejetos, mostram que a utilização de 40 m³ ha⁻¹ como única fonte de N proporcionou um incremento médio de 1,32 Mg ha⁻¹ de milho, o equivalente a uma aplicação de 40 kg ha⁻¹ de N mineral (uréia).

A aplicação de dejetos normalmente é realizada em culturas anuais mas em determinadas épocas do ano essas áreas estão sendo ocupadas e muitos agricultores optam em aplicar os dejetos em pastagem natural. Isso foi realizado por Durigon et al., (2002) em um estudo com aplicação de dejetos de suínos em pastagem natural no Rio Grande do Sul. Estes autores constataram que houve maior produção de matéria seca na pastagem em todas as estações do ano com a aplicação do dejetos líquido de suínos, mas os incrementos foram maiores no verão e na primavera, quando existe maior insolação e temperaturas mais altas que favorecem o crescimento vegetativo. Nesse trabalho a dose de $20\text{m}^3\text{ ha}^{-1}$ proporcionou aumentos de 109% na produção de matéria seca ao final de 48 meses, já com a dose de $40\text{m}^3\text{ ha}^{-1}$ houve acréscimos de 155%, porém os autores relatam a possível contaminação ambiental causada pela dose $40\text{m}^3\text{ ha}^{-1}$.

Em trabalho desenvolvido por Ceretta et al. (dados não publicados) foi observado que para a cultura do feijão preto, a dose de $20\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$ de dejetos líquido de suínos, aplicada sucessivamente, parece ser suficiente para se obter altas produtividades. Por outro lado, para a cultura do milho, embora esta possa apresentar resposta linear em relação a produtividade de grãos até a dose máxima aplicada de $80\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$ de dejetos líquido de suínos, a dose de $40\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$ seria mais razoável por estar num ponto de inflexão da curva mais favorável que maiores doses. A lógica da resposta quadrática da maioria das culturas à aplicação de quaisquer nutrientes, inclusive dejetos orgânicos, implica nesta decisão prática, ou seja, menores doses em maiores áreas são mais vantajosas à produção do que maiores doses em menores áreas. Evidentemente que o custo envolvido pode comprometer a afirmação acima, por isso a necessidade de critérios à tomada de decisão, que envolvam aspectos operacionais, econômicos e ambientais, conforme ficou bem evidenciado nos trabalhos de Pandolfo et al. (2008a, b, c).

Cabe se ressaltar que apesar das maiores produtividades de grãos e acúmulos de matéria seca terem sido obtidos nos tratamentos com aplicações sucessivas de 40 e $80\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$ de dejetos líquido de suínos, estes tratamentos apresentam elevado risco ambiental pela grande adição de nutrientes ao solo, potencializando as transferências de nutrientes e contaminantes do solo para mananciais de águas por escoamento superficial e percolação (Basso, 2003; Ceretta et al., 2005; Ceretta et al., 2006; Basso et al., 2005; Giroto, 2007). Além disso, Ceretta et al. (2006) apontam a dose de $40\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$ como recomendável, pois esta apresentou transferências de nutrientes muito inferiores à dose $80\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$ e semelhante à dose de $20\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$, semelhança devido à maior produção de MS das culturas na dose de $40\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$ e, conseqüente, maior absorção de nutrientes pelas espécies cultivadas.

Contudo, o recomendável para determinação da dose dejetos a ser aplicada é que se proceda à aplicação do dejetos de suínos com base na capacidade suporte de cada solo e necessidades das plantas, devendo se levar em consideração as informações contidas no Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS - RS/SC, 2004).



Acúmulo de elementos no solo

Ao contrário dos fertilizantes químicos, que podem ser formulados para as condições específicas de cada cultura e solo, os dejetos de suínos apresentam, simultaneamente, vários nutrientes em quantidades desproporcionais em relação à necessidade das plantas (CQFS - RS/SC, 2004). Aplicações sucessivas e em quantidades superiores a necessidade das plantas levam ao acúmulo excessivo de vários elementos, em áreas com aplicações de dejetos líquidos de suínos.

Em trabalho desenvolvido por Berwanger (2006), se observou que a aplicação acumulada de 460 e 960 m³ ha⁻¹ totalizando a aplicação de 310 e 628 kg de fósforo ha⁻¹ em 4,5 anos, resultando no aumento de 13 mg kg⁻¹ (extraído por Mehlich-1), que era a dose inicial, para 71 e 140 mg kg⁻¹ na camada de 0 a 2,5 cm, respectivamente, significando aumentos de 446 e 976%.

O acúmulo de fósforo no solo está relacionado com a quantidade de fósforo adicionada ao solo através dos dejetos, do tipo de solo, transferências e as exportações das culturas (Ceretta et al., 2003). Por isso os incrementos de fósforo no solo são tão variáveis e os percentuais de incrementos no solo podem ser semelhantes ao desse trabalho mesmo com a aplicação contínua de dejetos de bovinos em cultivos sucessivos de milho por 111 anos, quando os teores de fósforo inorgânico e orgânico lábil acrescidos do moderadamente lábil (pelo fracionamento de Hedley et al. (1982) aumentaram no solo em 844% e 222%, respectivamente na camada de 0-20cm e cujo aumento foi menor quando utilizada a rotação de culturas milho-trigo-trevo vermelho (Motavalli & Miles, 2002). Por sua vez, Ceretta et al. (2003), encontraram incrementos de 3.943 e 6.710% no fósforo do solo extraído por Mehlich-1 na camada de 0-10cm, aplicando doses acumuladas de 560 e 1120 m³ ha⁻¹ em um período de 48 meses.

Aplicações sucessivas de dejetos líquidos de suínos no solo também ocasionam acúmulo de Cu e Zn em camadas superficiais do solo, como observado por Giroto (2007), onde foram encontrados acúmulos significativos de Cu até a camada de 12 cm de profundidade e de Zn até a camada de 10 cm de profundidade, com aplicação de 20, 40 e 80 m³ ha⁻¹ de dejetos. O acréscimo nos teores de Cu e Zn foi explicado pelo autor pelas altas concentrações desses metais presentes nos dejetos, que resultaram, após sete anos de condução do experimento na aplicação de 16,0, 32,0 e 64,0 kg ha⁻¹ de Cu e 19,9, 39,8 e 79,6 kg ha⁻¹ de Zn, respectivamente para as doses de 20, 40 e 80 m³ ha⁻¹ de dejetos. Resultados semelhantes foram observados por L'Herroux et al. (1997), que após cinco anos com aplicação de dejetos de suínos na região da Bretanha, ao norte da França, encontraram aumentos nos teores de Cu e Zn no solo e movimentação destes no perfil do solo.

Além do incremento na concentração de elementos como P e K no solo, Ceretta et al. (dados não publicados), também observaram incrementos significativos de MO e N, até camada de 10 cm de profundidade, em solo com 7 anos de aplicações sucessivas de 20, 40 e 80 m³ ha⁻¹ de dejetos, em área de cultivo anuais. Por outro lado, em condições de pastagem Durigon (2002) observou o incremento nos teores de C orgânico e N total ocorreu apenas na camada 0-2,5 cm, em solo com 28 aplicações de dejetos líquidos de suínos, durante 4 anos. O fato de a aplicação de dejetos não resultar em incrementos nos teores de C orgânico e N total nas camadas mais profundas deve-se, provavelmente, aplicação dos resíduos da vegetação eram retirados da área experimental, diminuindo o aporte de material orgânico ao solo.



Perdas de nutrientes por escoamento superficial e percolação no solo

As aplicações periódicas de dejetos líquidos de suínos, em geral, aumentam a quantidade de nutrientes, entre eles, nitrogênio, fósforo e potássio na superfície do solo, o que potencializa as suas transferências por escoamento superficial (Ceretta et al., 2003; Gessel et al., 2004; Basso et al., 2005; Ceretta et al., 2005; Berwanger, 2006). Nos dejetos de suínos, aproximadamente, 50% do nitrogênio contido no dejetos aplicado é encontrado na forma mineral, ou seja, nitrato e amônio (Barcellos, 1992). Da mesma forma, normalmente, a maior parte do fósforo do dejetos, antes da sua aplicação, está na forma inorgânica (Cassol et al., 2001), que tende a ser a forma principal de acumulação do nutriente no solo (Hooda et al., 2001). O fósforo, em geral, é adsorvido nos sítios mais ávidos e o restante é retido em frações com menor energia (Barrow et al., 1998), que podem ser mais biodisponíveis e transferidas com a água com maior facilidade. Já o potássio no dejetos é encontrado na forma mineral (Kayser & Isselstein, 2005), que é solúvel e, por isso, é facilmente transferido com a água escoada na superfície do solo.

A aplicação de dejetos líquidos de suínos na superfície do solo e a avaliação da transferência de seus nutrientes via escoamento superficial para espelhos de água superficial tem sido tema de inúmeros trabalhos (Withers et al., 2000; Pote et al., 2001), inclusive na região Sul do Brasil (Ceretta et al., 2003; Basso et al., 2005; Ceretta et al., 2005; Berwanger, 2006). Entretanto, como a quantidade de nutriente transferida via escoamento sofre grandes variações com as alterações de clima, em especial, com a precipitação, torna-se necessário à realização de experimentos de campo, com duração superior a um ano agrícola. Somado a isso, informações sobre a transferência de nutrientes são importantes, uma vez que, altos teores de nutrientes na água, entre eles, nitrogênio e fósforo, potencializam a eutrofização de águas, diminuindo os níveis de oxigênio e a diversidade de espécies aquáticas (Sharpley et al., 1994).

A transferência de solução por escoamento superficial tendem a diminuir as transferências por percolação tendem a aumentar com aplicações sucessivas de dejetos líquidos de suínos (Ceretta et al., dados não publicados). Isso porque, as aplicações sucessivas de dejetos criam condições para uma maior infiltração de água no solo, decorrentes das maiores produções de matéria seca das culturas onde os dejetos são aplicados (Ceretta et al., dados não publicados). A maior produção de matéria seca das culturas ocasiona um maior acúmulo de MO no solo, como consequência se tem uma melhor estruturação do solo (Berwanger, 2006).

As sucessivas aplicações de dejetos líquidos de suínos, em solo sob sistema plantio direto, ocasionam aumentos nas transferências de nitrogênio, fósforo e potássio do solo por escoamento superficial, em valores relativos, na seqüência: potássio < fósforo < nitrogênio. Contudo, as transferências de nitrogênio e de fósforo são ainda mais relevantes do ponto de vista ambiental, porque podem potencializar processos de eutrofização de águas superficiais e subsuperficiais (Ceretta et al., 2008).

As perdas de N mineral e fósforo, em relação ao total aplicado, são pequenas e ocorrem predominantemente por escoamento superficial. Porém, sucessivas aplicações de altas doses dejetos líquidos de suínos, em solo sob sistema plantio direto, devem ser evitadas, pois ocasionam aumentos significativos nas transferências de nitrogênio e fósforo por escoamento superficial e percolação, o que pode causar eutrofização de ambientes aquáticos (Giroto et al., 2009).



Além das transferências de P, N e K, as transferências de cobre e zinco do solo são significativas e ocorrem predominantemente por escoamento superficial. Contudo, as aplicações sucessivas de altas doses de dejetos líquidos de suínos ($80 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$), também podem ocasionar aumentos nas quantidades transferidas de cobre e zinco por percolação no solo (Giroto, 2007).

Isso tudo mostra que no sistema plantio direto sempre haverá acúmulo de elementos nas camadas mais superficiais e, os problemas decorrentes disso, se refletem em função da concentração dos mesmos no solo ou água escoada ou percolada. Por isso, a lógica, neste caso, é a de se procurar diluir a concentração dos elementos para diminuir seus impactos potenciais negativos às plantas e qualidade do solo e água. Isso seria feito por algum processo de revolvimento do solo, ou seja, diluir os elementos numa profundidade maior do solo, permitindo o uso do solo por muito mais tempo sem que se crie um ambiente indesejável à nutrição de plantas e qualidade do ambiente. Adotar esta prática no solo em períodos que podem exceder a dez anos ou mais, no plantio direto, é absolutamente razoável tecnicamente e significa apenas o necessário critério técnico para a realização desta prática.

Considerações finais

O que toda a sociedade tem que entender é que é inadmissível continuar por muito tempo com esse absurdo de importar fertilizantes, aplicar no solo para nutrir as plantas que servirão de base às rações à produção animal e aceitar que a maior parte destes nutrientes sejam perdidos e se mantenha o ciclo de importar nutrientes e jogar fora a maior parte. Esse absurdo vale também para outros resíduos orgânicos como lodo de esgoto e lixo urbano, por exemplo. Isso se tornará, em breve, absolutamente inaceitável porque é extremamente irracional e nocivo ao ambiente. Certamente isso depende muito mais de decisões políticas do que incrementos no conhecimento gerado por pesquisas científicas. Obviamente que se por um lado está se propondo racionalidade no uso dos nutrientes em sistemas produtivos, deve-se ser coerente e admitir que informações da pesquisa sobre uso e efeitos em longo prazo no solo e água, especialmente, do uso de resíduos orgânicos deve ser à base de decisões políticas e não atitudes emocionais, oportunistas ou demagógicas.

Literatura Citada

ABIPECS – **Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína**. Relatórios, 2006. 2007. Disponível em www.abipecs.com.br.

BARCELLOS, L. A. R. **Avaliação do potencial fertilizante do esterco líquido de bovinos**. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1992, 108p. (Tese de Mestrado).

BARROW, N. J.; BOLLAND, M. D. A. & ALLEN, D. G. Effect of previous additions of superphosphate on sorption of phosphate. **Australian Journal Soil Research** 36:359-372, 1998.



BASSO, C. J. **Perdas de nitrogênio e fósforo com aplicação no solo de dejetos líquidos de suínos**. 2003. 125 f. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; DURIGON, R.; POLETTO, N.; GIROTTO, E. Dejeito líquido de suínos: II-Perdas de nitrogênio e fósforo por percolação no solo sob plantio direto. **Ciência Rural**, 35:1305-1312, 2005.

BERWANGER, A. L. Alterações no teor de fósforo no solo com aplicação de dejetos líquidos de suínos.

BERWANGER, A. L. **Alterações e transferências de fósforo do solo para o meio aquático com o uso de dejeito líquido de suínos**. 2006. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n.6, 2008.

CASSOL, P. C.; GIANELLO, C. & COSTA, V. E. U. Frações de fósforo em estrumes e sua eficiência como adubo fosfatado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 25:635-644, 2001.

CERETTA, C. A.; BASSO, C. J.; VIEIRA, F. C. B.; HERBES, M. G.; MOREIRA, I. C. L.; BERWANGER, A. L. Dejeito líquido de suínos: I - perdas de nitrogênio e fósforo na solução escoada na superfície do solo, sob plantio direto. **Ciência Rural**, 35:1296-1304, 2005.

CERETTA, C. A.; DURIGON, R.; BASSO, C. J.; BARCELLOS, L. A. R.; VIEIRA, F. C. B. Características químicas de solo sob aplicação de esterco líquido de suínos em pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 38:729-735, 2003.

CERETTA, C. A.; GIROTTO, E.; BRUNETTO, G.; LOURENZI, C. R. VIEIRA, R. C. B. Nutrients losses by runoff in the soil after successive pig slurry applications under no tillage system. **Soil and Tillage Research** (no prelo), 2009.

CERETTA, C. A.; TRENTIN, E. E.; LOURENZI, C. R.; VIEIRA, R. C. B.; GIROTTO, E. Perdas acumuladas de nitrogênio, fósforo e potássio com o uso de dejeito líquido de suínos, durante cinco anos. In: FERTBIO 2006. 2006, Bonito. **Anais...** Bonito: SBCS/EMBRAPA, 2006.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBCS: NRS: UFRGS, 2004. 400 p.

DARTORA, V.; PERDOMO, C. C.; TUMELERO, I. L. **Manejo de dejetos suínos**. Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves. **Boletim informativo de pesquisa – BIPERS n. 11**, 1998.

DURIGON, R.; CERETTA, C. A.; BASSO, C. J.; BARCELLOS, L. A. R.; PAVINATO, P. S. Produção de forragem em pastagem natural com o uso de esterco líquido de suíno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 22:983-992, 2002.



EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Conheça a qualidade fertilizante do esterco de suínos. Chapecó: Epagri, Centro de Pesquisa para Pequenas Propriedades , 1997. **Boletim Técnico 168**.

GESSEL, P. D.; HANSEN, N. C.; MONCRIEF, J. F. & SCHMITT, M. A. Rate of fall-applied liquid swine manure: Effects on runoff transport of sediment and phosphorus. **Journal Environmental of Quality**, 33:1839-1844, 2004.

GIROTTTO, E. **Cobre e zinco no solo sob uso intensivo de dejetos líquido de suínos**. 2007. 121f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria.

GIROTTTO, E.; CERETTA, C. A.; BRUNETTO, G.; LOURENZI, C. R.; LORENSINI, F.; TIECHER, T. L. & DE CONTI, L. Perdas de nitrogênio e fósforo por escoamento superficial e percolação durante sete anos em um solo com aplicações sucessivas de dejetos líquido de suínos In: SIGERA 2009, Florianópolis. **Anais...** 2009.

GRÄBER, I.; HANSEN, J. F.; OLESEN, S. E.; PETERSEN, J.; ØSTERGAARD, H. S. & KROGH, L. Accumulation of Copper and Zinc in Danish Agricultural Soils in Intensive Pig Production Areas. **Danish Journal of Geography**, 105:15-22, 2005.

GUIVANT, J. S.; MIRANDA, C. R. (Orgs). **Desafios para o desenvolvimento sustentável da suinocultura: uma abordagem multidisciplinar**. Chapecó: Argos. 2004, 332 p.

HEDLEY, M. J.; STEWART, J. W. B.; CHAUHAN, B. S. Changes in inorganic and organic soil phosphorus fractions induced by cultivation practices and by laboratory incubations. **Soil Science Society American Journal**, 46:970-976, 1982.

HOODA, P. S.; TRUESDALE, V. W.; EDWARDS, A. C.; WITHERS, P. J. A.; AITKEN, M. N.; MILLER, A.; RENDELL, A. R. Manuring and fertilization effects on phosphorus accumulation in soils and potential environmental implications. **Advance Environmental Research** 5:13-21, 2001.

HSU, J. H.; LO, S. L. Effect of composting on characterization and leaching of copper, manganese, and zinc from swine manure. **Environmental Pollution**, 114:119–127, 2000.

JONDREVILLE, C.; REVY, P. S.; DOURMAD, J. Y. Dietary means to better control the environmental impact of copper and zinc by pigs from weaning to slaughter. **Livestock Production Science**, 84:147-156, 2003.

KAYSER, M. & ISSELSTEIN, J. Potassium cycling and losses in grassland systems: a review. **Grass and For. Sci.**, 60:213-224, 2005.

KONZEN, E. A. Dejetos de suínos fermentados em biodigestores e seu impacto ambiental como insumo agrícola. In: **SEMINÁRIOS TÉCNICOS DE SUINOCULTURA**. 7 SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA E SIMPÓSIO DE SUINOCULTURA, 2, 2005, Goiânia; **Anais...**, Goiânia, GO, 2005.



KONZEN, E.A. Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos suínos e cama de aves. **V SEMINÁRIO TÉCNICO DA CULTURA DO MILHO**, 5., 2003, Videira. **Anais...**, Videira, SC, 2003.

KORNEGAY, E. T & HARPER A. F. Environmental nutrition: Nutrient management strategies to reduce nutrient excretion of swine. **The professional animal scientist**, 13:99-111, 1997.

L'HERROUX, L., LE ROUX, S., APPRIOU, P., MARTINEZ, J. Behaviour of metals following intensive pig slurry applications to a natural field treatment process in Brittany (France). **Environmental Pollution**, 97:119-130, 1997.

LINDNER, E. A. **Diagnóstico da suinocultura e avicultura em Santa Catarina**. Florianópolis: FIESC-IEL, 1999 1 CD -ROM.

LOVATTO, P. A.; HAUSCHILD, L.; LEHNEM, C. R.; CARVALHO, A. d'A. Modelagem da ingestão, retenção e excreção de nitrogênio e fósforo pela suinocultura gaúcha. **Ciência Rural**, 35:883 – 890, 2005.

MATTIAS, J. L. **Metais pesados em solos sob aplicação de dejetos líquidos de suínos em duas microbacias hidrográficas de Santa Catarina**. 2006. 165 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

MONTAVALLI, P.P. & MILES, R.J. Soil phosphorus fractions alter 111 years of animal manure and fertilizer applications. **Biologic Fertility Soils**. 36:35-42, 2002.

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

PANDOLFO, C. M.; CERETTA, C. A. Aspectos econômicos do uso de fontes orgânicas de nutrientes associadas a sistemas de preparo do solo. **Ciência Rural**, 38: 1572-1580, 2008a.

PANDOLFO, C. M.; CERETTA, C. A.; MASSIGNAM, A. M.; VEIGA, M.; MOREIRA, I. C. L. Análise ambiental do uso de fontes de nutrientes associadas a sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 12:512–519, 2008b.

PANDOLFO, C. M.; CERETTA, C. A.; VEIGA, M.; MASSIGNAM, A. M. Análise técnica de fontes de nutrientes associadas a sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32:759-768, 2008c.

POTE, D. H.; REED B. A.; DANIEL T. C.; NICHOLS D. J; MOORE P. A.; JR., D.R. EDWARDS, AND S. FORMICA Water-quality effects of infiltration rate and manure application rate for soil receiving swine manure. **Journal Soil Water Conservation**, 56:32–37, 2001.



SCHERER, E. E. et al. **Utilização de esterco líquido de suínos como fonte de nitrogênio para as culturas de milho e feijão**. Chapeco: EMPASC. 1986. 4p. (Pesquisa em andamento, 56).

SEGANFREDO, M. A. A questão ambiental na utilização dejetos de suínos como fertilizante do solo. Concórdia, EMBRAPA-CNPASA, **Circular técnica**, N. 22, 2000.

SEGANFREDO, M. A. Viabilidade econômico-ambiental do uso de dejetos animais e lodos de esgoto como fertilizante. **Palestra apresentada na Fertbio 2006**. Bonito, MS, 2006.(CDROM)

SEGANFREDO, M. A.; GIROTTO, A. F. O impacto econômico do tratamento dos dejetos em unidades terminadoras de suínos. Concórdia: EMBRAPA, 2004. <http://www.porkworld.com.br/porkworld/publicacoes.asp>. Acesso: em 15 maio 2005.

SHARPLEY, A.N. & HALVORSON, D.A. The management of soil phosphorus availability and its impact on surface water quality. In: LAL, R. & STEWART, B.A.(Ed) **Soil Proc. and Water Quality**. Madison. p.7-89, 1994.

WITHERS, P. J. A.; DAVIDSON, I. A. & FOY, R. H. Prospects for controlling diffuse phosphorus loss to water. **Journal Environmental Quality**, 29:167-175, 2000.