ALTERAÇÕES NA FÍSICA DO SOLO COM A APLICAÇÃO DE DEJETOS ANIMAIS

Changes in soil-physical with the application of animal manure

Los cambios en la Física de Suelos con la aplicación de residuos de animales

Jully Gabriela Retzlaf de Oliveira[1]

João Tavares Filho[2]

Graziela Moraes de Cesare Barbosa[3]

Resumo

Com o aumento da produção de carnes no Brasil, o volume do dejeto gerado também aumentou e sua utilização como fertilizante do solo se tornou uma alternativa de adubação das culturas. Os dejetos animais têm sido aplicados no campo, a fim de melhorar a fertilidade do solo e seu condicionamento físico. Diversas pesquisas têm demonstrado a eficácia do dejeto animal em melhorar os atributos físicos do solo, como redução da densidade do solo, aumento da agregação, aumento da porosidade, aumento da retenção de água e da infiltração. Contudo, alguns trabalhos têm mostrado efeitos negativos, evidenciando a degradação da qualidade do solo com sua aplicação, como aumento da argila dispersa em água – ADA e diminuição da estabilidade de agregados. O presente trabalho tem por objetivo apresentar dados da literatura referentes ao uso de dejetos animais como fertilizante agrícola e as alterações que ocorrem nos atributos físicos do solo decorrentes de sua aplicação.

Palavras-chave: Dejeto Suíno; Cama de Aviário; Dejeto Bovino; Argila Dispersa em Água.

Abstract

With increasing meat production in Brazil, the generated manure volume also increased and its use as soil fertilizer became an alternative for crop fertilization. The animal manure has been applied in the field, in order to improve the fertility of the soil and its conditioning. Much research has demonstrated the efficacy of animal manure in improving the physical soil properties, such as reduced soil density, increased aggregation, increased porosity, increased water retention and infiltration. However, some studies have shown negative effects, showing the degradation of soil quality with its application, such as water dispersible clay and decrease in aggregate stability. This study aims to present the literature on the use of animal manure as agricultural fertilizer and the changes that occur in soil physical attributes resulting from its application.

Keywords: pig slurry; poultry litter; cattle slurry; water dispersible clay

Resumen

Con el aumento de la producción de carne en el Brasil, el volumen de estiércol generado también aumentó y su uso como fertilizante del suelo se convirtió en una alternativa fertilización de los cultivos. Los residuos de origen animal se han aplicado en el campo con el fin de mejorar la fertilidad del suelo y de su condición física. Varios estudios han demostrado la eficacia de los residuos animales en la mejora de las propiedades físicas del suelo, tales como la reducción de la densidad del suelo, aumento de la agregación, el aumento de la porosidad, el aumento de la retención de agua y la infiltración. Sin embargo, algunos estudios han demostrado efectos negativos, que muestra la degradación de la calidad del suelo con su aplicación, tales como aumento de la dispersión de arcilla en agua y la disminución de la estabilidad de los agregados. Este estudio tiene como objetivo presentar la literatura sobre el uso de estiércol como fertilizante agrícola y los cambios que se producen en los atributos físicos del suelo de su aplicación.

Palabras clave: Estiércol de cerdo; Gallinaza; Estiércol del ganado; Arcilla dispersa en agua.

---

[1] Profª. Drª do Deptº de Geografia, Universidade Estadual do Norte do Paraná, UENP, Cornélio Procópio, PR. E-mail: jullygeo@ yahoo.com.br

[2] Prof. Dr. do Deptº de Agronomia, Universidade Estadual de Londrina, UEL, Londrina, PR. E-mail: tavares@uel.br

[3]Pesquisadora Drª. Do Instituto Agronômico do Paraná, IAPAR, Área de Física do Solo, Londrina, PR. E-mail: graziela_barbosa@ iapar.br

GEOIMAC
GEOGRAFIA, TERRITÓRIO, MEIO AMBIENTE E CONFLITO

INTRODUÇÃO

O uso inadequado do solo com a mecanização intensa, a monocultura, o pastejo intensivo, a destruição das áreas de preservação permanente e o elevado uso de insumos químicos, pode comprometer a integridade ecológica do solo, alterando as características naturais do sistema edáfico, levando à degradação e esgotamento dos solos agricultáveis.

A degradação da estrutura física do solo pode acarretar erosão e consequentemente levar à perda de material mineral, água, matéria orgânica e nutrientes, acarretando erosão do solo e poluição ambiental.

Existem várias pesquisas mostrando efeitos do uso de resíduos orgânicos, em especial dos dejetos de animais, como fertilizante e condicionador do solo. Estes resíduos têm sido aplicados nas lavouras com o objetivo de melhorar a fertilidade do solo e seu condicionamento físico. Os dejetos constituem uma excelente fonte de nutrientes, especialmente N, P e K e quando manejados adequadamente, podem suprir, parcial ou totalmente, o fertilizante químico na produção de grãos e pastagens (KONZEN, 2005). Contudo, a aplicação destes dejetos no campo não segue um padrão específico, podendo variar a composição, a dose e a forma de aplicação. Em razão disso, o uso incorreto ou em doses excessivas pode causar alterações químicas, físicas e biológicas que nem sempre resultam em melhorias no solo, podendo inclusive acarretar danos ambientais.

Diversas pesquisas têm demonstrado a eficácia do dejeto animal em melhorar as propriedades físicas do solo. Contudo, em alguns trabalhos foram observados resultados contrários a esse, evidenciando a degradação da qualidade física do solo com a aplicação do adubo.

O presente trabalho tem por objetivo apresentar dados da literatura referentes ao uso de dejetos animais como fertilizante agrícola e as alterações que ocorrem nos atributos físicos do solo decorrentes de sua aplicação.

2 RELAÇÃO ENTRE MATÉRIA ORGÂNICA E AS PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO

A matéria orgânica do solo consiste em uma variedade de substâncias orgânicas, incluindo organismos vivos, restos de organismos que em algum momento ocuparam o solo e compostos orgânicos produzidos pelo metabolismo atual e passado ocorrido no solo. No entanto, ao longo do tempo a matéria orgânica pode ser removida do solo na forma de CO_2

produzido pela respiração dos micro-organismos, sendo então, necessárias repetidas adições para manter o teor de matéria orgânica no solo (BRADY & WEIL, 2013).

As principais propriedades físicas influenciadas pela matéria orgânica são: densidade aparente, estrutura, aeração, drenagem, retenção de água e consistência (KIEHL,1985). A matéria orgânica reduz a densidade aparente do solo diretamente pois, está se juntando ao solo com a densidade entre 1,2 a 1,4 g/cm^3 um material cuja densidade média varia de 0,2 a 0,4 g/cm^3 e indiretamente pelo seu efeito na estruturação do solo, aumentando o espaço poroso e tornando-o menos denso (KIEHL,1985).

A matéria orgânica é um componente fundamental na agregação e estabilidade de agregados nos solos tropicais e subtropicais brasileiros. Em microagregados, a matéria orgânica humificada atua na estabilidade, juntamente aos minerais de argila e óxidos de Fe e AL, e cátions polivalentes. Agentes orgânicos transientes como polissacarídeos produzidos por fungos e bactérias atuam na estabilidade de pequenos macroagregados. Por sua vez, macroagregados grandes tem sua formação e estabilidade relacionadas com agentes orgânicos temporários, como hifas de fungos e raízes finas que formam uma rede que entremeia e estabiliza fisicamente os macroagregados (BRAIDA et al., 2011).

A matéria orgânica é um agente aglutinador, sendo mais eficaz em solos que contém pequenas quantidades de argila (BAVE et al., 1973). Segundo esses autores existe uma alta correlação entre matéria orgânica e a agregação em solos que contêm menos de 25% de argila, enquanto para os que contêm mais de 35% a correlação é significativa, porém não é tão alta. A argila e os coloides orgânicos causam a maior parte da agregação do solo, resultando em complexos argilo-orgânicos quando interagem. Nos solos arenosos a matéria-orgânica promove a aglutinação das partículas firmando a estrutura e diminuindo o tamanho dos poros e consequentemente aumentando a capacidade de retenção de água (BERTONI & LOMBARDI NETO, 2005).

Para Greenland et al. (apud GUERRA, 1995) solos com menos de 3,5% de matéria orgânica possuem agregados instáveis, contudo para De Ploye (apud GUERRA, 1995) solos com menos de 2,0% de matéria orgânica possuem baixa estabilidade de agregados. Quanto menores os teores de matéria orgânica, menor a resistência dos agregados ao impacto das gotas de chuva, quando estes são facilmente quebrados formando crostas na superfície, dificultando a infiltração, aumentando o escoamento superficial e a perda de solo (BERTONI & LOMBARDI NETO, 2005).

A aeração e a drenagem interna do solo são melhoradas com a matéria orgânica. Os solos argilosos e de textura média são mal drenados enquanto que os arenosos, têm excessiva aeração e drenagem. A aplicação de matéria orgânica melhora a agregação e a estruturação de ambos os solos, corrigindo consequentemente a falta ou excesso de aeração e drenagem (KIEHL,1985).

Dessa forma, a manutenção do teor adequado de matéria orgânica ao longo do tempo resulta em formação de agregados estáveis, diminuição da densidade do solo, aumento do índice de agregação e diminuição da resistência à penetração (CELIK et al., 2010). Também a aplicação de material orgânico se reflete no aumento da fertilidade e diminuição da erodibilidade do solo, prevenindo a perda de solo e água (BENNETT, 1955).

3 APLICAÇÃO DE DEJETOS ANIMAIS COMO FERTILIZANTES: ALTERAÇÕES NA FÍSICA DO SOLO

Estudos têm demonstrado o efeito da aplicação de dejetos animais nas propriedades físicas do solo, porém, nem todos obtiveram respostas semelhantes, mudando de acordo com o dejeto utilizado, a dose e o modo de aplicação. Em geral as pesquisas com dejeto líquido suíno – DLS apresentam resultados muito contrastantes, enquanto alguns pesquisadores encontraram melhorias em algumas propriedades físicas do solo com sua aplicação, outros apontaram para a degradação do solo. Já em relação à cama de aviário e dejeto bovino grande parte dos estudos têm apontado para o efeito benéfico destes dejetos com melhorias nas propriedades físicas dos solos.

Estudando a influência de alguns resíduos orgânicos (biossólidos municipais, composto sólido de esterco suíno, cama de aviário e resíduos de alimentos produzidos comercialmente e musgo de turfa) em algumas propriedades físicas do solo Zebarth et al. (1999) verificaram que a adição destes compostos aumentou a concentração de matéria orgânica no solo, reduziu a densidade do solo e aumentou a retenção de água.

Castro Filho et al. (2002) ao estudarem alterações físicas no solo em função da aplicação de DLS constataram maiores perdas de água no tratamento sem aplicação do dejeto e menoresperdas de água onde se aplicou a maior dose de DLS (120 m^3. ha-1). As menores perdas de solo ocorreram nos tratamentos onde foram aplicados 60, 90 e 120 m^3 ha-1 não havendo diferença entre estes. O aumento das doses de chorume contribuiu para o aumento da infiltração da água no solo e consequentemente para redução da enxurrada. Em outro experimento Castro Filho et al. (2003) obtiveram para um solo raso com textura argilosa (Marmeleiro – PR) melhoria

na agregação do solo com a aplicação de doses crescentes de DLS. Em consequência houve aumento das taxas de infiltração, redução do escoamento superficial e das perdas de solo. Em solo profundo textura argilosa (Palotina – PR) também foi constatado aumento das taxas de infiltração, redução do escoamento superficial e das perdas de solo com o aumento das doses de chorume.

Resultado semelhante foi relatado por Matos et al. (2010) que ao estudarem o armazenamento de água em um Latossolo Vermelho distrófico típico, muito argiloso, submetido à adubação mineral e adubação mineral suplementada com dejeto de suínos (70 m^3 ha^{-1}) concluíram que o DLS melhorou as condições físicas do solo e incrementam seu teor de matéria orgânica, refletindo no aumento do armazenamento de água no solo.

Do mesmo modo, Silva et al. (2011) verificaram que doses crescentes de DLS aplicadas em Latossolos Vermelho-Amarelos-Distróficos com textura argilosa com adição de adubo químico tendem a aumentar a estabilidade de agregados do solo. Por outro lado, o diâmetro médio ponderado - DMP tende a aumentar quando os agregados do solo recebem a adição de efluentes sem adubo, porém tornando-os menos estáveis. Também DORTZBACH et al. (2008) encontraram maiores valores de DMP, diâmetro médio geométrico - DMG e índice de estabilidade de agregados - IEA com a aplicação de cama sobreposta de suínos duas vezes maior que o recomendado para as culturas, sendo que os menores valores ocorreram na adubação química.

Este comportamento também foi observado por Pagliai et al. (1983) que encontraram aumento da porosidade no solo argiloso tratado com DLS em comparação ao solo que não recebeu o resíduo. Eles verificaram que a porosidade total aumentou 31,1% na parcela tratada com 300m^3.

Seguindo essa tendência, Mecabô Júnior (2013) analisando o efeito de três doses de DLS, observou que o dejeto afetou positivamente as propriedades físicas do solo, com tendência de aumento da macroporosidade, e redução da densidade do solo, bem como de manter em níveis elevados a estabilidade de agregados.

Já Barbosa & Caviglione (2009) não encontraram alterações na densidade do solo, porosidade total, macroporosidade e microporosidade em LVdf e PVd com a adição de doses semestrais de DLS e cama de aviário. Essas observações corroboram as de Moraes et al. (2010) que ao avaliarem a influência de três ciclos de aplicações de doses de DLS (25, 50, 75, e 100 m^3 ha-1) e adubação mineral sobre as propriedades físicas de um Latossolo Vermelho Alumino férrico típico não observaram interação entre doses de dejeto e profundidades para as variáveis

analisadas, concluindo que a aplicação do dejeto não alterou as propriedades físicas do solo analisado.

Resultados similares foram encontrados por Gubiani et al. (2007) que ao estudarem a influência da aplicação de dejetos de suínos (0, 20, 40 e 80 m³ ha-1) em atributos físicos de um Argissolo Vermelho distrófico arênico após oito ciclos de cultivo não verificaram diferença entre as doses de dejeto nas variáveis: densidade do solo, porosidade total, microporosidade, macroporosidade e condutividade hidráulica.

Dortzbach (2009) avaliando a influência da aplicação de DLS, cama sobreposta e uréia, em lavoura manejada no sistema plantio direto sobre atributos físicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo típico concluiu que após cinco anos da implantação do experimento não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos no que se refere à densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e retenção de água. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Veiga et al. (2009) que após nove anos de aplicações de 5 m³ / ha / ano de cama de aviário, 40 m³ / ha / ano de DLS e 60 m³ / ha / ano de dejeto líquido de bovinos num solo muito argiloso, não encontraram diferenças na densidade e na porosidade do solo, nem na estabilidade de agregados em água.

De forma similar Veiga et al. (2012) ao estudarem alterações em atributos físicos do solo em diferentes períodos de aplicação de dejeto líquido de suíno em áreas de pastagem e de lavoura não encontraram alteração na maioria dos atributos físicos estudados com o tempo de aplicação do DLS.

Barbosa et al. (2008) avaliando as propriedades físicas do solo após a aplicação de DLS em solo arenoso no município de Umuarama – PR verificaram que os tratamentos com o dejeto não provocaram alterações significativas na densidade do solo e na porosidade total. No entanto, encontraram alterações na microporosidade e macroporosidade, na profundidade de 0–10 cm, sendo que a testemunha apresentou maior microporosidade em relação aos demais tratamentos.

Já Oliveira & Parizotto (1994) obtiveram redução da infiltração da água em função do uso de DLS, devido a possível presença de compostos orgânicos hidrofóbicos. Também BERTOL et al. (2007) verificaram que as perdas de solo e água nas duas primeiras chuvas foram maiores no solo adubado com DLS do que no adubado com adubo mineral. A altura da lâmina de enxurrada no tratamento com DLS foi aproximadamente duas vezes maior do que nos outros dois. Este resultado foi atribuído à obstrução de poros do solo pelos compostos orgânicos sólidos presentes no dejeto e pelo efeito hidrofóbico deste, que alterou o comportamento da

hidrologia de superfície neste tratamento. Esse fenômeno promove a repelência da água, dificultando, portanto, a infiltração desta no solo. Peles (2007) também observou aumento nas perdas de água e solo via escoamento superficial com a aplicação de DLS.

Arruda et al. (2010) observaram redução da estabilidade de agregados do solo nas doses de 50 e 100 m³ ha-1 com a aplicação de DLS em relação ao tratamento testemunha sem adubação. Também Barbosa et al. (2011) encontraram maiores perdas de sólidos nas parcelas que receberam as maiores doses de DLS e cama de aviário em um experimento realizado em um Latossolo Vermelho Eutroférrico.

Costa et al. (2009) avaliaram a influência da aplicação de cama de frango na recuperação física de um Latossolo Vermelho com textura média sob pastagem degradada e observaram redução nos teores de argila dispersas em água - ADA com o aumento das doses de cama de frango aplicadas, bem como aumento do grau de floculação e redução da densidade do solo. Estes resultados concordam com os resultados apresentados por Andreola et al. (2000) que avaliaram a influência da cobertura vegetal de inverno e das adubações orgânica (cama de aviário) e mineral sobre as propriedades físicas de uma Terra Roxa Estruturada e concluíram que o adubo orgânico aumentou os macroporos e diminuiu a densidade do solo na camada de 0-10cm.

Lunardi Neto et al. (2008) encontraram melhorias das propriedades físicas dos solos reconstruídos devido à adubação com cama de aviário e a semeadura de *Brachiaria brizantha*, recuperando a estabilidade de agregados com aumento do DMP em relação aos outros tratamentos.

Lima (2007) avaliaram atributos físicos de um Latossolo Vermelho com textura média, degradado submetido ao uso de pastagem *Brachiaria Decumbens*, sob diferentes níveis de adubação com DLS e cama de aviário. A camada de 0-20 cm apresentou os melhores resultados na maioria dos atributos físicos estudados com aplicação de cama de aviário.

Estes dados estão condizentes com os observados por Weil & Kroontje (1979) que estudando a aplicação de cama de aviário no solo argiloso, em parcela com milho verificaram influencia significativa deste resíduo na estrutura do solo da camada arável depois de cinco anos, com diminuição da densidade do solo, aumento dos agregados estáveis em água e do total de agregados e maior retenção de água. Do mesmo modo, ADELI et al. (2007) observaram aumento da estabilidade de agregados em área que recebeu cama de aviário comparado com áreas que receberam somente fertilizante químico, porém a densidade do solo não foi afetada pela aplicação do resíduo.

Tejada & Gonzalez (2008) encontram diminuição da densidade do solo com a aplicação de composto de algodão e esterco de aves em comparação com a parcela sem tratamento. De forma, semelhante Obi & Ebo (1995) pesquisando sobre o efeito da adubação orgânica com cama de aviário, mineral e um composto orgânico-mineral encontraram melhoras na física do solo com a aplicação do dejeto de aves, como menor densidade do solo, redução na resistência do solo à penetração e maior porosidade total para as áreas que receberam cama de frango.

Pesquisando o uso de cama de peru Costa et al. (2004) observaram que este resíduo promoveu maior agregação das partículas, diminuição no teor de ADA e aumento no grau de floculação das argilas em relação à testemunha sem aplicação do resíduo. Já Costa et al. (2008) não verificaram efeito das doses do mesmo resíduo na agregação de um Latossolo Vermelho Distrófico típico e nem nos teores de matéria orgânica do solo. Resultado semelhante foi obtido por Pinto et al. (2012) que observaram que o aumento das doses de cama de peru não influenciou no estado de agregação do solo, independentemente da camada avaliada.

Pelá (2005) ao avaliar o efeito de compotos orgânicos provenientes de dejetos de bovino em um Latossolo Vermelho Distrófico com textura média observou que sua aplicação diminuiu o DMP dos agregados em todas as camadas, somente na primeira safra; aumentou a ADA na camada de 0,0-0,10m na primeira safra, e na de 0,20-0,30 m na segunda; apresentou melhores valores de porosidade total e microporosidade na primeira safra, na camada de 0,10-0,20m, e a macroporosidade nesta mesma camada, na segunda safra. Da mesma forma Mellek (2009) encontrou melhorias na qualidade estrutural do solo, através da alteração de atributos físicos como densidade do solo, macroporosidade e DMP com a aplicação de dejeto líquido bovino por dois anos. Já Gomes et al. (2005) não encontraram modificação da densidade do solo e de partículas e na porosidade total do solo com a utilização do dejeto bovino.

Estudando a influência do composto orgânico (resíduos de poda + esterco de currais) sobre a formação de crostas estruturais e degradação das camadas superficiais do solo em um Nitossolo Vermelho Distroférrico de textura muito argilosa, TOMA (2008) verificou aumento na porosidade, redução na formação vesículas nas crostas superficiais e maior retenção de água com a aplicação do composto.

Hafez (1974) estudou alterações das propriedades físicas do solo com a aplicação de resíduos de animais (aves, gado, porco, cavalo, peru, ovelha) e verificou diminuição da densidade do solo, aumento da retenção de água e aumento na agregação de partículas do solo maiores que 0,5mm.

Pagliai & Antisari (1993) avaliaram as mudanças na micro e macroporosidade do solo como resultado do uso de resíduos orgânicos tais como resíduos de animais, lodo de esgoto e compostos e concluíram que a adição de resíduos orgânicos no solo pode melhorar as condições estruturais deste. A adição superficial de grande quantidade de DLS (300m t ha) melhorou significativamente a micro e macroporosidade do solo siltoso e consequentemente reforçou a estrutura do solo.

Bandyopadhyay et al. (2010) estudaram o efeito de fertilizantes minerais isoladamente ou em combinação com estrume na física do solo de um Vertissolo na Índia Central e observaram um melhoramento significativo dos atributos físicos avaliadas com o uso integrado de fertilizante mineral e estrume tais como: diminuição da densidade do solo, aumento da condutividade hidráulica e da porcentagem de macroagregados estáveis em água (>250 mm) e diminuição dos microagregados (<250 mm).

Aoyama et al. (1999) analisaram a aplicação de dejeto de gado e fertilizante NPK por dezoito anos em um Gleissolo e verificaram que a aplicação de esterco bovino a longo prazo resultou num aumento tanto da matéria orgânica particulada como da associada aos minerais do solo dentro de agregados estáveis em água com diâmetro > 53 milímetros. Ao mesmo tempo, a aplicação do dejeto melhorou a formação de macroagregados estáveis em água e a matéria orgânica derivada de esterco acumulado preferencialmente nestes macroagregados, especialmente nos entre 250-1000 mm.

Após vinte anos de aplicação de fertilizante orgânicos e inorgânicos em solo de textura grosseira Benbi et al. (1998) observaram que nas parcelas com estrume a condutividade hidráulica saturada aumentou nas profundidades de 0-15 e 15-30 cm, ocorrendo aumento do total de agregados estáveis em água e maior retenção de água.

Bhattacharyya et al. (2007) avaliaram o efeito da adubação mineral e orgânica (esterco) e encontraram menor densidade do solo, aumento da porcentagem de macroagregados, diminuição dos microagregados, aumento do DMP em todas as profundidades e aumento da taxa de infiltração de água com a aplicação de esterco.

Wortmann & Shapiro (2007) determinaram como a agregação do solo é afetada pela incorporação ou aplicação superficial de esterco bruto ou composto (esterco de confinamento, dejeto líquido suíno e composto de esterco), observando grande aumento de agregados com diâmetro > 2mm com alta concentração de matéria orgânica.

Jiao et al. (2006) encontraram efeito benéfico da adição de composto bovino na agregação do solo, concluindo que a adoção do sistema plantio direto e a aplicação de 30 Mg ha^{-1}

ano de composto bovino em solo franco arenoso aumentou a proporção de agregados estáveis em água (>2mm) no período de quatro anos. Avaliando o mesmo dejeto, HURISSO et al. (2012) também obtiveram efeito significativo na agregação do solo na profundidade de 5-15cm, observando uma proporção mais elevada de macroagregados (>250 μm) e valores de DMP para as maiores doses do dejeto.

Hati et al. (2007) pesquisando mudanças nas propriedades físicas do solo através de adubação mineral e adubação mineral+estrume, verificaram que as parcelas que receberam 100% de NPK + estrume apresentaram menor densidade do solo e maior DMP, agregados estáveis em água, retenção de água, porosidade total e microporosidade

Embora um número grande de trabalhos publicados aponte para melhorias na agregação do solo com aplicação de dejetos animais, alguns pesquisadores têm observado efeito dispersivo do dejeto, levando a um aumento da dispersão da argila, maior desagregação do solo e maiores perdas de solo por erosão.

Erthal et al. (2010) observaram tendência de aumento do percentual de ADA na camada superficial com a aplicação de água residuária de bovinocultura, ponderando que esse aumento foi devido ao efeito cumulativo de sódio e potássio nessa camada, favorecendo a dispersão.

Pesquisado o uso da água residuária da suinocultura, Condé et al. (2013) verificaram tendência de aumento do percentual de ADA na camada mais profunda. Também Homem et al. (2014) tiveram aumento da porcentagem de ADA com a aplicação deste dejeto. Os autores atribuíram o aumento da ADA ao acúmulo de sódio (Na+) na solução do solo com a aplicação do resíduo, causando o fenômeno de dispersão de argila.

A presença de alguns constituintes nos dejetos, como o Na+ em grande concentração é indesejável. O teor de sódio em solos agrícolas pode aumentar com a adição de efluente, alterando certas características físicas do solo, devido à dispersão de argilas. A solução do solo, quando excessivamente sódica, promove a desagregação e dispersão dos minerais de argila em partículas muito pequenas, que obstruem os poros do solo, promovendo a formação de uma camada superficial selada e consequentemente, reduzindo a infiltração no solo e aumentando os riscos de erosão do solo (CONDÉ et al., 2012).

CONCLUSÃO

A aplicação de dejetos de animais no solo pode promover melhorias nos atributos físicos do solo como redução da densidade do solo e aumento da agregação, porosidade, retenção

de água e infiltração. Contudo, alguns estudos têm encontrado resultados contrários com aumento da argila dispersa em água e diminuição da estabilidade de agregados.

REFERÊNCIAS

ADELI, A.; SISTANI, K. R.; ROWE, D. E.; TEWOLDE, H. Effects of Broiler Litter Applied to No-Till and Tillage Cotton on Selected Soil Properties. **Soil Science Society of American Journal**, v. 71, n. 3, 2007.

ANDREOLA, F.; COSTA, L. M.; OLSZEVSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma Terra Roxa Estruturada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p. 857-865, 2000.

AOYAMA, M.; ANGERS, D. A.; N'DAYEGAMIYE, A. Particulate and mineral associated organic matter in water-stable aggregates as affected by mineral fertilizer and manure applications. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v. 79, p. 295–302, 1999.

ARRUDA, Cesar A. O. ALVES, Maurício V., MAFRA, Álvaro L., CASSOL, Paulo C., ALBUQUERQUE, Jackson A.; SANTOS, Julio C. P. Aplicação de Dejeto Suíno e Estrutura de Um Latossolo Vermelho Sob Semeadura Direta. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 804-809, 2010.

BANDYOPADHYAY, K. K.; MISRA, A. K.; GHOSH; P. K.; HATI, K. M. Effect of integrated use of farmyard manure and chemical fertilizers on soil physical properties and productivity of soybean. **Soil & Tillage Research**, 110, p.115–125, 2010.

BARBOSA, G. M. C.; CAVIGLIONE, J. H.; FERRUCIO, C. E**.** Efeito do Dejeto Suíno em Propriedades Físicas do Solo. In.: FERTBIO, 2008. Pelotas-RS. **Anais...** Pelotas-RS: 2008.

BARBOSA, G. M. C.; CAVIGLIONE, J. H. Propriedades físicas do solo após aplicação de dejetos animais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO: o solo e a produção de bioenergia: perspectivas e desafios, 22., 2009, Fortaleza/CE. **Anais...** Fortaleza-CE: 2009.

BARBOSA, Graziela M. C.; MIYAZAWA, Mário; RUIZ, Danilo B. Avaliação da Aplicação de Dejetos de Animais na Infiltração da Água no Solo. In.: REUNIÃO PARANAENSE DE CIÊNCIA DO SOLO, 2., 2011, Curitiba-PR. **Anais...** Curitiba-PR: 2011.

BAVER, L. D.; GARDNER, W. H.; GARDNER, W. R. **Física de Suelos**. John Wiley & Sons Ltda, 1973.

BENBI, D. K.; BISWAS. C. R.; BAWA, S. S.; KUMAR, K. Influence of farmyard manure, inorganic fertilizers and weed control practices on some soil physical properties in a long-term experiment. **Soil Use and Management**, v. 4, p. 52-54, 1998.

BENNETT, H. H. **Elements of Soil Conservation**. Mcgraw-Hill: New York, 1955.

BERTOL, Oromar J.; RIZZI, Nivaldo E.; BERTOL, Ildegardis; ROLOFF, Gláucio. Perdas de solo e água e qualidade do escoamento superficial associadas a erosão entre sulcos em área

cultivada sob semeadura direta e submetida as adubações mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo,** Viçosa, v.31, p.781-792, 2007.

BERTONI, José; LOMBARDI NETO, Francisco **Conservação dos Solos**. 5. ed. São Paulo: Ícone, 2005.

BHATTACHARYYA, Ranjan; CHANDRA. S.; SINGH, R. D.; KUNDU, S.; SRIVASTVA, A. K.; GUPTA, H. S. Long-term farmyard manure application effects on properties of a silty clay loam soil under irrigated wheat–soybean rotation. **Soil & Tillage Research**, v. 94, p. 386–396, 2007.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da Natureza e Propriedades do Solo**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

BRAIDA, João A.; BAYER, Cimélio; ALBUQUERQUE, Jackson A.; REICHERT, José M. Matéria Orgânica e seu efeito na física do solo. **Tópicos em Ciência do Solo**, v. VII, p. 221-278, 2011.

CASTRO FILHO, Celso; COSTA, Marco A. T.; CAVIGLIONE, João H. Alteração de características físicas dos solos em função da aplicação de chorume suíno e simulação de chuva em área de plantio direto**.** In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 9, 2002, Cuiabá-MT. **Anais...** Cuiabá: 2002.

CASTRO FILHO, Celso; COSTA, Marco A. T.; CAVIGLIONE, João H. Potencial fertilizante e alterações físicas nos solos decorrentes da utilização de chorume suíno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003, Ribeirão Preto - SP. **Anais...** Ribeirão Preto - SP: 2003.

CELIK, Ismail; GUNAL, Hikmet; BUDAK, Mesut; AKPINAR, Cagdas Effects of long-term organic and mineral fertilizers on bulk density and penetration resistance in semi-arid Mediterranean soil conditions**. Geoderma**, v. 160, p. 236-243, 2010.

CONDÉ; Marisa S.; HOMEM, Bruno G. C.; ALMEIDA NETO, Onofre B.; SANTIAGO, Alberto M. F. Influência da Aplicação de Águas Residuárias de Criatórios de Animais no Solo: Atributos Químicos e Físicos**. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 2, n. 1, p. 99-106, jul. 2012.

CONDÉ; M. S.; ALMEIDA NETO, O. B.; HOMEM, B. G. C.; FERREIRA, I. M.; SILVA, M. D. Impacto da fertirrigação com água residuária da suinocultura em um latossolo vermelho-amarelo. **VÉRTICES**, Campos dos Goytacazes - RJ, v. 15, n. 2, p. 161-178, maio/ago. 2013.

COSTA, A. M.; RIBEIRO, B. T.; SILVA, A. A.; BORGES, E. N. Estabilidade de Agregados de um latossolo vermelho tratado com cama de peru. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 73-79, jan./fev. 2008.

COSTA, Adriana M.; SILVA, Adriane A.; TOMÁS, Juscelino A.; ENGEL, Daniel S.; BORGES, Elias N. **Alterações em Propriedades Físicas de um Latossolo sob Pastagem Degradada Influenciadas Pela Aplicação de Resíduo Orgânico.** In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E IV ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE DO VALE DO PARAÍBA, 7., 2004, São José dos Campos-SP. **Anais...** São José do Campos-SP: 2004.

COSTA, Adriana M; BORGES, Elias N.; SILVA; Adriane A.; NOLLA, Antônio; GUIMARÃES, Edinaldo C. Potencial de Recuperação Física de um Latossolo Vermelho, Sob Pastagem Degradada, Influenciado pela Aplicação de Cama de Frango. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, p. 1991-1998, 2009.

DORTZBACH, Denilson **Dinâmica de Atributos Físicos e Químicos em Solo sob Plantio Direto Adubado com Dejetos Suínos e Uréia.** 2009. Dissertação (Universidade Federal de Santa Catarina) - Florianópolis, 2009.

DORTZBACH, D.; LÉIS, C. M.; COUTO, R.R.; BEBER, C.L.; COMIN, J.J. **Estabilidade de agregados do solo submetido a diferentes aplicações de dejetos suínos e ureia em um Argissolo.** Florianópolis, EPAGRI, 2008. Disponível em: < http://intranetdoc.epagri.sc.gov.br/producao_tecnico_cientifica/DOC_3081.pdf>. Acesso: 16 de abril de 2015.

ERTHAL, V. J. T.; FERREIRA, P. A.; MATOS, A. T.; PEREIRA, O. G. Alterações físicas e químicas de um Argissolo pela aplicação de água residuária de bovinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 5, p. 467-477, 2010.

GOMES, Jerônimo A.; SCAPIM, Carlos A.; BRACCINI, Alessandro L.; VIDIGAL FILHO, Pedro S.; SAGRILO, Edvaldo; MORA, Freddy. Adubações orgânica e mineral, produtividade do milho e características físicas e químicas de um Argissolo Vermelho-Amarelo**. Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 3, p. 521-529, 2005.

GUBIANI, Paulo I.; REINERT, Dalvan J.; REICHERT, José M.; CERETTA, A. Carlos; KUNZ, Maurício. Condições físicas de um Argissolo Vermelho distrófico arênico após oito ciclos de cultivo e uso de dejetos de suínos. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 21., 2007, Gramado-RS. **Anais...** Gramado-RS: 2007.

GUERRA, Antônio T. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.) **Geomorfologia:** uma atualização de bases e conceitos. Bertrand Brasil: Rio de Janeiro, 1995. p. 149-209.

HAFEZ, A. A. R. Comparative changes in soil-physical properties induced by admixtures of manures form various domestic animals. **Soil Science**, v. 118, p. 53-59, 1974

HATI, Kuntal M.; SWARUP, Anand; DWIVEDI, A. K.; MISRA, A. K.; BANDYOPADHYAY, K. K. Changes in soil physical properties and organic carbon status at the topsoil horizon of a vertisol of central India after 28 years of continuous cropping, fertilization and manuring. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 119, p. 127-134, 2007.

HOMEM, Bruno G. C.; ALMEIDA NETO, Onofre B.; CONDÉ, Marisa S.; SILVA, Mateus D.; FERREIRA, Igor M. Efeito do uso prolongado de água residuária da suinocultura sobre as propriedades químicas e físicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo. **Científica**, Jobiticabal, v. 42, n. 3, p. 299-309, 2014.

HURISSO, T. T.; DAVIS, J, G.; BRUMMER, J. E.; STROMBERGER, M. E.; MIKHA, M. M.; HADDIX, M. L.; BOOHER, M. R.; PAUL, E. A. Rapid changes in microbial biomass and aggregate size distribution in response to changes in organic matter management in grass pasture. **Geoderma**, n. 193-194, p. 68-75, 2013.

JIAO, You; WHALEN, Joann K.; HENDERSHOT, Willian H. No-Tillage and Manure Applications Increase Aggregation and Improve Nutrient Retention in a Sandy-Loam Soil. **Geoderma**, v. 134, p. 24-33, 2006.

KIEHL, Edmar J. **Fertilizantes Orgânicos**. Piracicaba: Ceres, 1985.

KONZEN, Egídio A.; ALVARENGA, Ranon C.. **Manejo e utilização de dejetos animais: aspectos agronômicos e ambientais**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, Circular técnica, 63, 2005.

LIMA, Leomar P. **Avaliação física de um latossolo vermelho textura média, influenciada pela aplicação de dejetos de suínos e cama aviária.** 2007. 175 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, área de concentração em Solos) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

LUNARDI NETO; Antônio; ALBUQUERQUE, Jackson A.; ALMEIDA, Jaime A.; MAFRA, Álvaro L.; MEDEIROS, João C.; ALBERTON, Adálcio Atributos Físicos do Solo em Área de Mineração de Carvão Influenciados pela Correção da Acidez, Adubação Orgânica e Revegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 1379-1388, 2008.

MATOS, Fabiano M.; SILVA, Denise F.; ANDRADE, Camilo L. T.; ALVES, Maria E. B.; CONCEIÇÃO, Otávio P. Uso De Dejetos Líquidos de Suínos na Melhoria das Condições Físico-Hídricas do Solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 23., 2010, Uberlândia– MG. **Anais...** Uberlândia– MG: 2010.

MECABÔ JÚNIOR, José. **Influência de uma aplicação de dejeto líquido de suínos sobre atributos do solo e erosão hídrica em um nitossolo bruno.** 2013. Dissertação (Mestrado em Manejo do Solo) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2013

MELLEK, José E. **Dejeto Líquido Bovino e Alterações em Atributos Físicos e Estoque de Carbono de um Latossolo Sob Plantio Direto**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) Universidade federal do Paraná – UFPR, Curitiba, 2009.

MORAES, Moacir T.; ARNUTI, Fernando; TREVISOL, Guilherme; JANDREY, Willian F.; CANCIAN, Luciano. C.; CHERUBIN, Maurício R.; FABBRIS, Cristiano; SILVA, Vanderlei R. Efeito do Dejeto Líquido de Suínos Nas Propriedades Físicas de Um Latossolo Vermelho Aluminoférrico Típico. In: SIMPÓSIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 14., 2010, Santa Maria-RS. **Anais...** Santa Maria-RS: 2010.

OBI, M. E.; EBO, P. O. The Effects of Organic and Inorganic Amendments on Soil Physical Properties and Maize Production in a Severely Degraded Sandy Soil in Southern Nigeria. **Bioresource Technology**, v. 51, p. 117-123, 1995.

OLIVEIRA, Elir; PARIZOTTO, Maria L. V. **Características e uso fertilizantes do esterco de suínos**. Londrina: IAPAR, 1994.

PAGLIAI, M.; BISDOM, E. B. A.; LEDIN, S. Changes in Surface Structure (Crusting) After Application of Sewage Sludge and Pig Slurry to Cultivated Agricultural Soils in Northern Italy. **Geoderma**, v. 30, p.35-53, 1983.

PAGLIAI, M.; ANTISARI, L. V. Influence of Waste organic matter on soil micro and macroestructure. **Bioresource Technology,** v. 43, p. 205-2013, 1993.

PELÁ, Adilson **Efeito de Adubos Orgânicos Provenientes de Dejetos de Bovinos Confinados nos Atributos Físicos e Químicos do Solo e na Produtividade do Milho.** 2005. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2005.

PELES, Daniela **Perdas de Solo, Água e Nutrientes sob Aplicação de Gesso e Dejeto Líquido de Suínos.** 2007. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

PINTO, F. A.; SANTOS, F. L.; TERRA, F. D.; RIBEIRO, D. O.; SOUSA, R. R.J.; SOUZA, E. D.; CARNEIRO, M. A. C.; PAULINO, H. B. Atributos de solo sob pastejo rotacionado em função da aplicação de cama de peru. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.42, n.3, p.254-262, jul./set. 2012.

SILVA, J.B.; BIANCHINI, A.; WEBER, O.L.S.; SCARAMUZZA, W.L.M.P.; SILVA, J.B.; MAAS, K.D.B. **Atributos Físicos de um Latossolo Fertirrigado com Efluentes de Suínos**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS E AGROINDUSTRIAIS, 2., 2011, Foz do Iguaçu - PR. **Anais...** Foz do Iguaçu – PR, 2011.

TEJADA, M.; GONZALEZ. J. L. Influence of two organic amendments on the soil physical properties, soil losses, sediments and runoff water quality. **Geoderma**, v.145, p.325-334, 2008.

TOMA, Raul S. **Efeito da aplicação de composto orgânico sobre o processo de encrostamento e a recuperação de solo degradados pela erosão hídrica.** 2008. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz Piracicaba, 2008.

VEIGA, M.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; Aggregate stability as affected by short and long-term effects of tillage systems and nutrient sources of a Hapludox in Southern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, p. 767-777, 2009.

VEIGA, Milton; PANDOLFO, Carla M.; DORTZBACH. Denilson; ARAUJO, Iria S. Atributos físicos do solo em glebas com aplicação continuada de dejeto líquido de suínos. **Revista Agropecuária Catarinense**, v. 25, n. 2, jul. 2012.

WEIL, R. R.; KROONTJE, W. Physical Condition of a Clay Loam after Five years of Heavy poultry manure applications. **Journal of Environmental Quality**, v. 08, n. 3, 1979.

WORTMANN, C. S., SHAPIRO, C. A. The effects of manure application on soil aggregation. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, n. 80, p. 173-180, 2008.

ZEBARTH, B. J.; NEILSEN, G. H.; HOGUE, E.; NEILSEN, D. Influence of organic waste amendments on selected soil physical and chemical properties. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v. 79, p. 501-504, 1999.