

Carbono, nitrogênio e fertilidade em agregados biogênicos e fisiogênicos em solo com longo histórico de aplicação com dejetos suínos

Carlos Aristeu Mergen Junior⁽¹⁾; Arcângelo Loss⁽²⁾

⁽¹⁾Estudante de Graduação, Universidade Federal de Santa Catarina, Rod. Admar Gonzaga, 1346 - Itacorubi, Florianópolis - SC, 88034-000, carlosmergen@hotmail.com

⁽²⁾Professor Adjunto II, PGA/UFSC, Universidade Federal de Santa Catarina, Rod. Admar Gonzaga, 1346 - Itacorubi, Florianópolis - SC, 88034-000, arcangeloloss@yahoo.com.br

Resumo

O objetivo geral do trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes fontes e doses de nutrientes nas vias de formação de agregados e fertilidade nesses agregados. Para tal, quantificaram-se os teores de carbono orgânico total (COT), nitrogênio (N) e fertilidade (pH, Al, Ca, Mg, P e K) do solo em agregados biogênicos e fisiogênicos em áreas com aplicação de dejetos líquido de suínos (DLS) e cama sobreposta de suínos (CSS) sob sistema plantio direto. Após 10 anos do uso de dejetos suínos (DS) na sucessão aveia/milho, coletaram-se amostras indeformadas de solo nas camadas de 0-5 e 5-10 cm, nos tratamentos sem DS (testemunha), com aplicação de DLS e CSS em dose equivalente a uma e duas vezes a recomendação de N para o milho e aveia (DLS1X, DLS2X, CSS1X e CSS2X, respectivamente). Os agregados foram separados conforme a via de formação em biogênicos e fisiogênicos, sendo posteriormente feitas as análises químicas. A adição de DS aumentou a formação de agregados biogênicos em comparação aos fisiogênicos. A aplicação de CSS alterou os teores de COT e N em relação à testemunha e as áreas com DLS, que não se diferenciaram entre si. O uso de DLS aumentou os teores Ca (0-10 cm), K (DLS1X para 0-10 cm) e P (5-10 cm), e não alterou os teores de Mg e N, em relação à testemunha; enquanto o uso de CSS aumentou o Mg (0-5 cm), Ca, N, P e K (0-10 cm) quando comparado aos DLS e à testemunha. Os agregados biogênicos favorecem o aumento de N, P, K, Mg e COT em relação aos fisiogênicos.

Palavras-chave: gênese dos agregados, cama sobreposta de suínos, dejetos líquidos de suínos, atributos químicos.

Carbon, nitrogen and fertility in biogenic and physicogenic aggregates from a soil with 10-year history of swine manure application

Abstract

The objective overall of the study was to evaluate the effects of different sources and doses of nutrient at the formation vias of aggregates and fertility of these aggregates. To this end, were quantified the total organic carbon (TOC), nitrogen (N) and fertility (pH, Al, Ca, Mg, P and K), in biogenic and physiogenics aggregates, in areas with application of liquid swine manure (LSM) and deep litter (DP), in no-tillage system. After 10 years of using pig manure (PM) in succession oat/corn, collected up undisturbed soil samples in layers of 0-5.0 and 5-10cm in treatments without PM (control), with application of LSM and DP in dose equivalent to one and two times the N recommended for corn and oats (LSM1X, LSM2X, DP1X and DP2X, respectively). Aggregates were separated according to formation vias in biogenic and physicogenic, and chemical analyzes made later. The addition of PM increased the formation of biogenic aggregates compared to physicogenic. The application of DP changed the TOC and N compared to the control and the areas with LSM, which did not differ from each other. The use of LMS increased Ca levels (0-10 cm), K (LSM1X 0-10 cm) and P (5-10 cm), and did not change the Mg and N, compared to the control; while the use of DP increased Mg (0-5 cm), Ca, N, P and K (010 cm) compared to LSM and control. The biogenic aggregates favors the increase of N, P, K, Mg and TOC in relation to physicogenic.

Key-words: aggregates genesis, deep litter, liquid swine manure, chemical attributes.

1. Introdução

O estado de Santa Catarina é um importante centro da atividade suinícola no país, com destaque para o oeste catarinense. A cadeia produtiva se compôs de maneira a um regime de confinamento do rebanho com um grande número de animais por propriedade, nas quais são gerados grandes volumes de dejetos, o que ocasiona um passivo ambiental, uma vez que há de se inferir um destino para esses dejetos, principalmente pensando no quesito de sustentabilidade dessa cadeia produtiva (CADIS & HENKES, 2014).

Uma opção viável para o destino desses dejetos relaciona-se ao seu uso na fertilização do solo, uma vez que possuem nutrientes essenciais às culturas em sua composição. Contudo, o uso da fertilização do solo via dejetos suínos não é

exclusivamente benéfica, havendo a necessidade de se comporem critérios (SEGANFREDO, 2007). Dessa maneira, as atividades de pesquisa assumem a função de estabelecer pormenores sobre o uso desses dejetos na fertilização dos solos, a fim de se oferecer uma melhor compreensão sobre a sua dinâmica em relação aos atributos edáficos.

Decorrente das aplicações de dejetos no solo, modificações nos atributos edáficos podem acarretar em alterações, por exemplo, nos teores de carbono (BRUNETTO et al., 2012; COMIN et al., 2013; MAFRA et al., 2014) e nitrogênio (GIACOMINI & AITA, 2008; GIACOMINI et al., 2013; DORTZBACH et al., 2013), assim como na agregação do solo (ARRUDA et al., 2010; COMIN et al., 2013). O sistema de rotação de culturas também tem influência, pois Giacomini et al. (2002) constataram que o uso de dejetos suínos em sistema plantio direto (SPD) com aveia/milho aumentou os estoques de C e N no solo na camada 0,0-2,5 cm em comparação ao sistema milho/pousio e à adubação química.

Em relação à fertilidade do solo, vários estudos na literatura indicam aumento crescente nos teores de P e K em solos com adição de dejetos suínos, especialmente na camada mais superficial do solo (SCHERER et al., 2010; COUTO et al., 2010; VEIGA et al., 2011; CASSOL et al., 2012; GUARDINI et al., 2012; LOURENZI et al., 2013), bem como alguns trabalhos relatam aumento nos teores de cálcio em aplicações sucessivas de dejetos suínos no solo (SILVA et al., 2015).

Por sua vez, a agregação do solo exerce efeito principalmente nas propriedades do solo relativas à aeração, permeabilidade, taxas de infiltração e retenção de água no solo (KAMPF & CURI, 2012). Mas também em outras propriedades, tais como no sequestro de carbono (SIX et al., 2000; TIVET et al., 2013) e retenção de nutrientes (SILVA NETO et al., 2010), por exemplo. Os agregados do solo podem ser diferenciados de acordo com a sua gênese em fisiogênicos e biogênicos, conforme padrões morfológicos e vias de formação (VELASQUES et al., 2007; JOUQUET et al., 2009; LOSS et al., 2014).

Os fisiogênicos são aqueles que apresentam formas angulares ou prismáticas e estão relacionados à aproximação das partículas unitárias do solo relativas aos ciclos de umedecimento e secagem e pela ação de agentes cimentantes do solo (matéria orgânica e, ou, óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio), e os biogênicos apresentam formas arredondadas e estão relacionados às vias biológicas de formação, tais como a passagem pelo trato intestinal da macrofauna do solo, especialmente minhocas, e também a ação cimentante de exsudatos das raízes (VELASQUEZ et al., 2007, 2012; BATISTA et al.,

2013; LOSS et al., 2014). Os agregados biogênicos, em função de serem excretas da macrofauna que se alimenta basicamente de matéria orgânica, apresentam maiores teores de nutrientes, contribuem na proteção física da matéria orgânica (sequestro de carbono), e normalmente possuem maior estabilidade física em água (SILVA NETO et al., 2010), o que pode colocá-los como potenciais indicadores de qualidade do solo, uma vez que são sensíveis aos diferentes sistemas de uso e manejo do solo (LOSS et al., 2014).

Acredita-se que a adição de dejetos de suínos pode alterar as vias de formação de agregados do solo, com ênfase para a formação de agregados biogênicos, assim como pode aumentar os teores de carbono e nitrogênio nesses agregados. Desta forma, avaliações da matéria orgânica do solo (MOS) baseadas na determinação do carbono e nitrogênio, assim como na caracterização da fertilidade dos agregados, podem contribuir para estudos desta natureza. Em especial, em áreas de cultivo com aplicação por longo tempo de dejetos suínos e comparadas a áreas sem aplicação (testemunha), assim identificando a melhor estratégia de manejo do solo para reduzir o impacto da agricultura sobre o ambiente, para a manutenção da fertilidade do solo e, também, favorecendo a agregação do solo.

O objetivo geral do trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes fontes e doses de nutrientes nas vias de formação de agregados e fertilidade nesses agregados.

2. Materiais e Métodos

2.1. Caracterização da área de estudo e dos tratamentos avaliados

O experimento foi instalado no ano de 2002, em um Argissolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 2013) cultivado sob SPD com a sucessão aveia/milho, em uma propriedade rural localizada em Braço do Norte, SC. O clima da região é do tipo Cfa, com temperaturas médias anuais de 18,7°C e precipitação média anual de 1.471 mm, não apresentando estação seca definida. Previamente à instalação do experimento, na camada de 0-10 cm, o solo apresentava os seguintes parâmetros: pH-H₂O 5,1; argila 330 g kg⁻¹; Ca, Mg e Al trocáveis 3,0, 0,8 e 0,8 cmol_c dm⁻³, respectivamente (extraídos por KCl 1 mol L⁻¹); P e K disponíveis 19 e 130 mg dm⁻³, respectivamente (extraídos por Mehlich-1), matéria orgânica 33,0 g kg⁻¹.

Anteriormente a instalação do experimento, a área estava coberta por uma pastagem predominantemente composta de *Paspalum* sp., sendo esporadicamente feita aplicação de dejetos suínos. Em dezembro de 2002 foi aplicado na superfície do solo 6 Mg ha⁻¹ de

calcário (PRNT = 87,5%), para elevar o pH em água até 6,0 (CQFS-RS/SC, 1995). Em seguida, foram instalados cinco tratamentos: testemunha (sem adubação); adubação com dejetos líquidos de suínos, equivalente a recomendação de N ha⁻¹ ano⁻¹ para a cultura do milho e da aveia (DLS1X); adubação com dejetos líquidos de suínos, equivalente ao dobro da recomendação de N ha⁻¹ ano⁻¹ para a cultura do milho e da aveia (DLS2X); adubação com cama sobreposta de suínos, equivalente a recomendação de N ha⁻¹ ano⁻¹ para a cultura do milho e da aveia (CSS1X) e adubação com cama sobreposta de suínos, equivalente ao dobro da recomendação de N ha⁻¹ ano⁻¹ para a cultura do milho e da aveia preta (CSS2X).

A quantidade necessária de dejetos para suprir a demanda de N para a sucessão milho/aveia em cada tratamento, usada ao longo do período de 2002 até 2012 foi estabelecida de acordo com a recomendação proposta pela Comissão de Fertilidade do Solo (CFS RS/SC, 1995) e Comissão de Química e Fertilidade do Solo (2004), ambas dos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Assim, a quantidade de DLS1X e DLS2X a ser aplicada foi definida pela estimativa da matéria seca (MS) e da concentração de nutrientes no dejetos. Já a quantidade de CSS1X e CSS2X aplicada foi calculada com base na mineralização de 50% do N amoniacal contido no resíduo. A média de MS e volume de dejetos aplicados, assim como a caracterização dos macronutrientes dos dejetos ao longo dos 10 anos de aplicações encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Média de massa seca e do volume de DLS e CSS aplicados no solo e a quantidade de macronutrientes (Kg ha⁻¹) provenientes dos dejetos durante o período experimental.

Período	MS (%)	VA (m ³ ha ⁻¹)	Ca	Mg	K	N	P
Dejetos líquidos de suínos (DLS)							
2002-2012	2,3	67,4	68,7	26,4	62,7	126,2	37,8
	Cama sobreposta de suínos (CSS)						
	50,9	20,8	322,4	97,8	169,5	171,1	103,1

MS=massa seca; VA=volume aplicado

Os DLS e a CSS foram as únicas fontes de nutrientes adicionadas na superfície do solo em SPD para a sucessão aveia/milho ao longo do período experimental, que foi de 2002 até 2012. As doses de DLS, em cada ano agrícola, foram aplicadas na superfície do solo e parceladas em quatro vezes, totalizando 40 aplicações de DLS (10 anos de experimentação e 4 parcelamentos), a saber: a 1ª aplicação foi realizada na semana da

semeadura do milho; a 2^a, aos 51 dias após a semeadura (DAS) do milho; a 3^a, aos 95 DAS do milho e a 4^a, aos 15 DAS da aveia. Para a CSS, foram realizadas dez aplicações durante o período experimental, sendo cada aplicação realizada na superfície do solo, em média, 15 a 30 dias antes da implantação de cada cultivo do milho (época do verão). Nos ciclos da aveia preta não foi realizada aplicação de CSS.

Em relação ao rendimento das culturas utilizadas no experimento, tem-se a produção média de matéria seca da aveia e da produção de grãos de milho durante o período de dez anos de aplicação dos dejetos (Tabela 2).

Tabela 2. Produção de massa seca de aveia e grãos de milho, em Mg ha⁻¹, ao longo de 10 anos de experimentação com dejetos suínos.

Tratamentos	MS da aveia	Milho
Testemunha	6,5	2,9
DLS1X	8,1	5,0
DLS2X	8,7	5,5
CSS1X	8,2	5,6
CSS2X	8,9	6,0

DLS1X = dejetos líquidos de suínos, 1 vez a quantidade; DLS2X = dejetos líquidos de suínos, 2 vezes a quantidade; CSS1X = cama sobreposta de suínos, 1 vez a quantidade; CSS2X = cama sobreposta de suínos, 2 vezes a quantidade

2.2. Coleta de solo e análises realizadas

Em cada tratamento foram coletadas amostras indeformadas de solo nas camadas de 0-5 e 5-10 cm de profundidade. No laboratório, as amostras foram secas à sombra e peneiradas em um conjunto de peneiras de malha de 9,5; 8,0 e 4,0 mm, para obtenção dos agregados (EMBRAPA, 1997). Para a separação dos agregados conforme a via de formação utilizaram-se os agregados contidos no intervalo de 9,5 a 4,0 mm. Estes foram observados sob microscópio binocular e separados à mão conforme Velasquez et al. (2007). A separação dos agregados foi feita através de padrões morfológicos, sendo os fisiogênicos, definidos por apresentarem formas angulares e subangulares (Figura 1a); e os biogênicos, aqueles onde é possível a visualização de formas arredondadas, providas do trato intestinal dos indivíduos da macrofauna do solo e, ou, aqueles associados a atividade de raízes (Figura 1b).

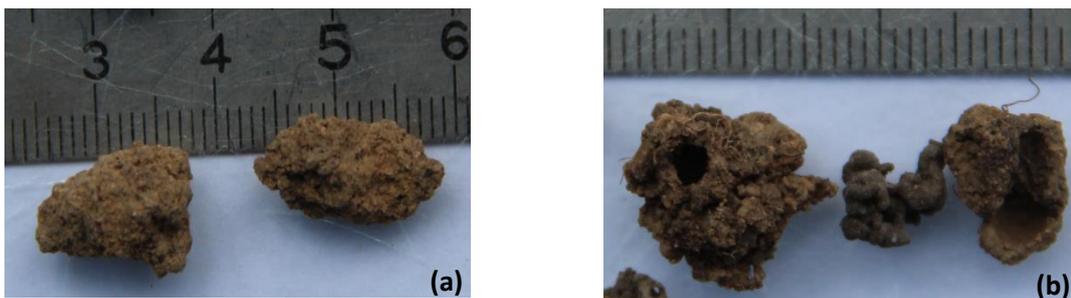


Figura 1. Agregados fisiogênicos (a) e biogênicos (b) de um Argissolo após aplicações de dejetos líquidos e cama sobreposta de suínos em Braço do Norte, Santa Catarina. Foto: Jucinei José Comin.

Para a caracterização química dos agregados, estes foram destorroados e peneirados em 2,00 mm de malha. Neste material determinaram-se os teores de pH, Al, Ca, Mg, K e P, segundo Embrapa (1997). Os teores de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio (N) total dos agregados do solo foram determinados pelo método de combustão a seco, em autoanalisador de C e N, a 900°C (CHN-1000 da Leco) do Laboratório de Ecologia Isotópica do CENA (Centro de Energia Nuclear na Agricultura) – Piracicaba.

2.3 Análises estatísticas

Os resultados foram analisados quanto à normalidade e homogeneidade dos dados por meio dos testes de Lilliefors e Cochran, respectivamente. Posteriormente, foi analisado como delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos (Testemunha, DLS1X, DLS2X, CSS1X, CSS2X), com 3 repetições cada. Os resultados foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F e os valores médios, quando significativos, comparados entre si pelo teste Skott-Knott a 5%.

3. Resultados e Discussão

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 3, verificaram-se maiores proporções de agregados biogênicos nas áreas com adição de dejetos suínos (DLS e CSS) em comparação a área testemunha, para as duas profundidades avaliadas. Na área testemunha, a maior proporção de agregados foi para os fisiogênicos, em ambas as profundidades. Esse padrão indica que o uso de DLS e CSS favorece a via de formação de agregados biogênicos em comparação a via fisiogênica, seja diretamente pelo fato da adição de matéria orgânica via dejetos ser o principal substrato para atividade da macrofauna, seja indiretamente pelo fato dessa matéria orgânica propiciar maior atividade do sistema radicular das plantas, pois a adição de dejetos aumentou a produção de matéria

seca da aveia, assim como maior produção do milho (Tabela 2). Se ocorre o aumento da exploração do solo via sistema radicular, maior será a aproximação das partículas unitárias do solo e também a produção de exsudatos radiculares, favorecendo a formação dos agregados biogênicos e corroborando com a maior proporção encontrada desses agregados.

Tabela 3. Massa (g) e porcentagem (%) de agregados biogênicos e fisiogênicos nos diferentes sistemas de uso do solo em Braço do Norte, Santa Catarina.

Tratamentos	Prof.	MAT	MAB	MAF	² % AB	% AF
Testemunha	0-5	906,32	297,87	608,45	33 Bb	67 Aa
	5-10	981,04	184,15	797,25	19 Cb	81 Aa
DLS1X	0-5	708,15	670,25	37,9	95 Aa	5 Bb
	5-10	723,86	429,55	294,30	59 Ba	41 Bb
DLS2X	0-5	1178,8	1099,90	78,90	93 Aa	7 Bb
	5-10	1395,15	1242,05	153,10	89 Aa	11 Db
CSS1X	0-5	669,80	624,90	44,93	93 Aa	7 Bb
	5-10	919,18	509,73	399,45	55 Ba	43 Bb
CSS2X	0-5	736,1	669,0	67,3	91 Aa	9 Bb
	5-10	776,2	511,0	265,2	66 Ba	34 Cb

¹Compreende a massa de agregados total do solo antes da quantificação, conforme a sua origem, em agregados biogênicos e fisiogênicos. ²Compreende a porcentagem de agregados biogênicos e fisiogênicos relacionadas à massa total de agregados do solo após a sua separação. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre os tratamentos para cada tipo de agregado e mesma letra minúscula na linha não difere entre os tipos de agregados para cada tratamento (teste Skott-Knott, $p < 0,05$). Testemunha (sem adubação com dejetos); DLS1X = dejetos líquidos de suínos, 1 vez a quantidade; DLS2X = dejetos líquidos de suínos, 2 vezes a quantidade; CSS1X = cama sobreposta de suínos, 1 vez a quantidade; CSS2X = cama sobreposta de suínos, 2 vezes a quantidade. MAT = massa de agregados total do solo; MAB = massa de agregados biogênicos; MAF = massa de agregados fisiogênicos; %AB = porcentagem de agregados biogênicos; %AF = porcentagem de agregados fisiogênicos; Prof = profundidade, cm.

Entre os tratamentos com dejetos, na profundidade de 0-5 cm, não foram observadas diferenças entre as proporções de agregados biogênicos e fisiogênicos. Para a profundidade de 5-10 cm, o tratamento com DLS2X apresentou a maior % de agregados biogênicos em relação aos demais. Isso pode estar relacionado com o tipo de material, que por ser líquido, penetra mais facilmente no solo até a profundidade de 5-10 cm, favorecendo a formação de agregados biogênicos, ao passo que a CSS, por ser sólida, limita-se apenas à superfície do solo. Isso demonstra que a manutenção da resteva sob SPD, o não revolvimento do solo e a adição de dejetos propiciam melhores condições edáficas para o estabelecimento da fauna do solo e exploração das raízes. Dessa forma, têm-se a formação dos agregados biogênicos, pois estes estão diretamente relacionados com a fauna do solo (BATISTA et al., 2013).

Os agregados biogênicos são indicadores de qualidade do solo com metodologia de execução relativamente simples e sensíveis às modificações impostas pelos sistemas de manejo do solo e, ou, tratamentos avaliados (LOSS et al., 2014). No presente estudo, os agregados biogênicos se mostraram como indicadores de qualidade sensíveis as mudanças decorrentes da adição de dejetos suínos ao solo como via de fornecimento de nutrientes para as plantas.

Os maiores teores de COT (Figura 2) e NT (Figura 3) foram observados nos tratamentos com CSS1X e CSS2X para agregados biogênicos e fisiogênicos e nas duas camadas avaliadas, não sendo verificadas diferenças entre a área testemunha, DLS1X e DLS2X. Entre os tipos de agregados, os biogênicos apresentaram maiores teores de COT e NT em comparação aos fisiogênicos nas duas camadas avaliadas, com exceção da área testemunha, que não apresentou diferenças na profundidade de 5-10 cm.

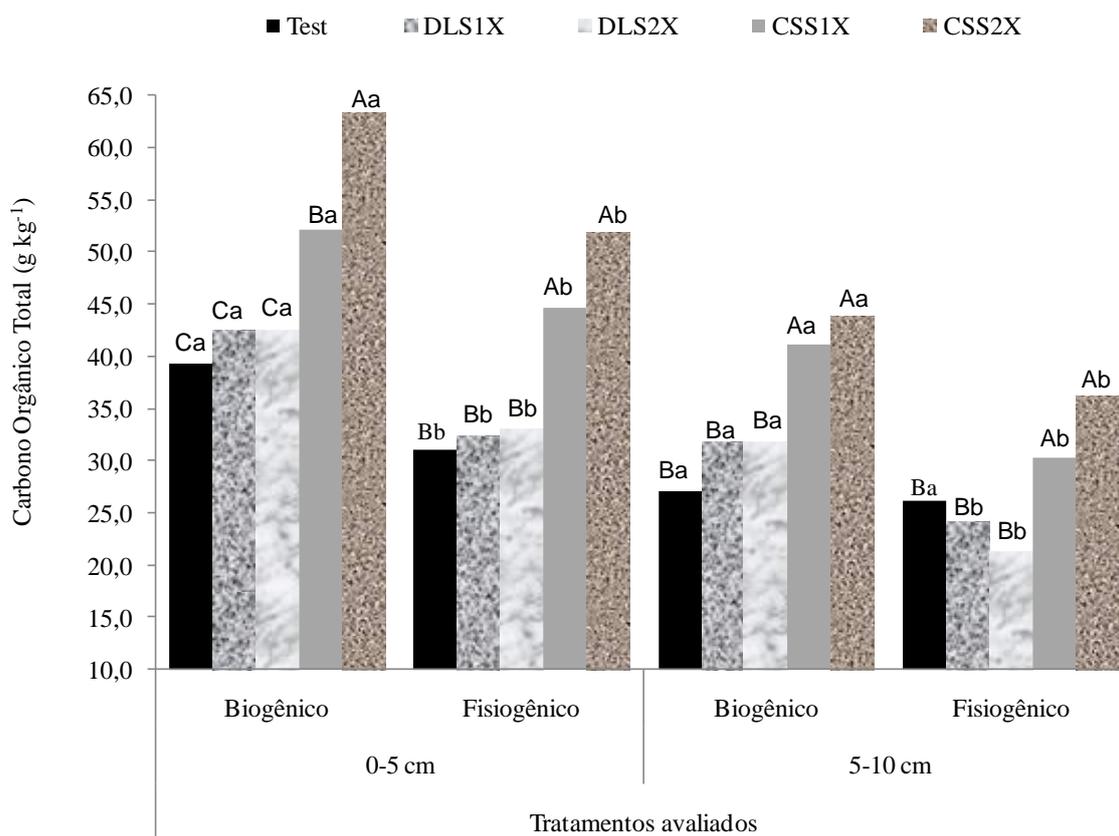


Figura 2. Carbono orgânico total (COT) nos agregados biogênicos e fisiogênicos em diferentes tratamentos em Braço do Norte, SC. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula em cada camada não diferem entre os tratamentos para cada tipo de agregado e mesma letra minúscula em cada camada não difere entre os tipos de agregados para cada tratamento (Skott-Knott, $p < 0,05$). Test = testemunha (sem adubação com dejetos); DLS1X = dejetos líquidos de suínos, 1 vez a quantidade; DLS2X = dejetos líquidos de suínos, 2 vezes a quantidade; CSS1X = cama sobreposta de suínos, 1 vez a quantidade; CSS2X = cama sobreposta de suínos, 2 vezes a quantidade.

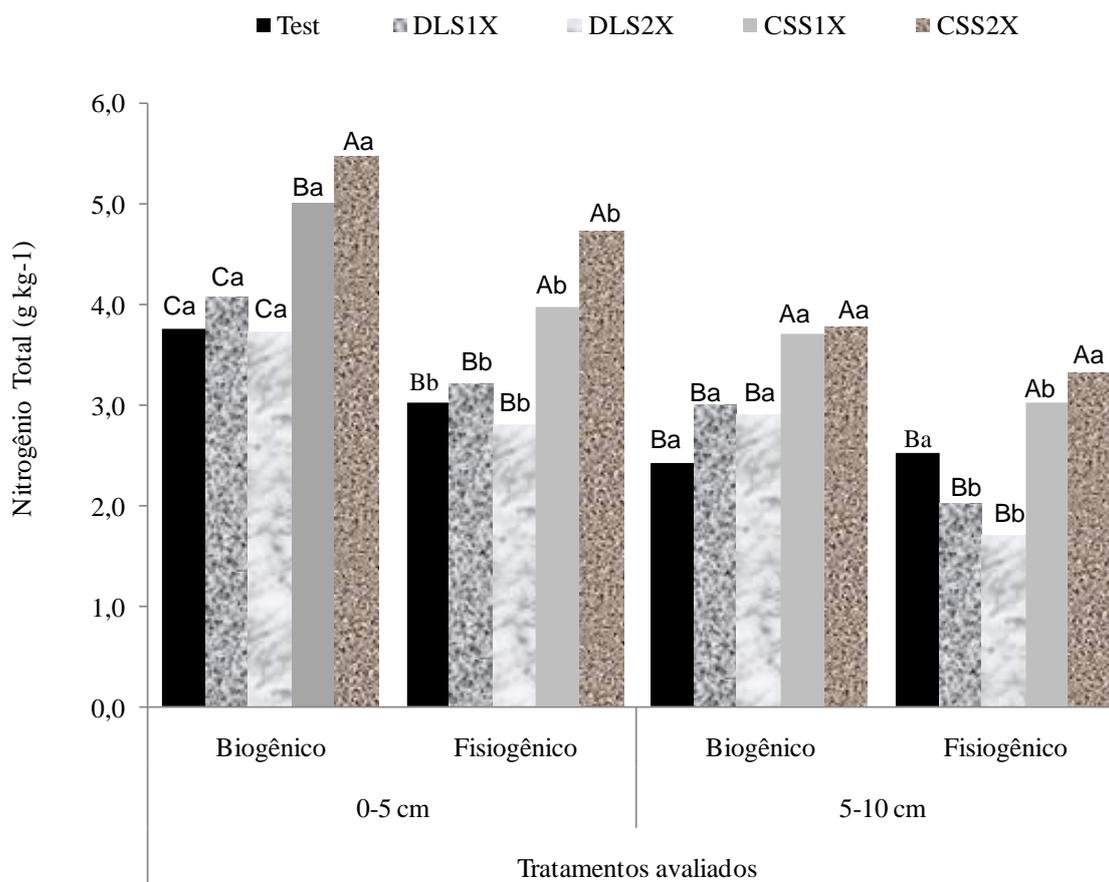


Figura 3. Nitrogênio total (NT) nos agregados biogênicos e fisiogênicos em diferentes tratamentos em Braço do Norte, SC. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula em cada camada não diferem entre os tratamentos para cada tipo de agregado e mesma letra minúscula em cada camada não difere entre os tipos de agregados para cada tratamento (Skott-Knott, $p < 0,05$). Test = testemunha (sem adubação com dejetos); DLS1X = dejetos líquidos de suínos, 1 vez a quantidade; DLS2X = dejetos líquidos de suínos, 2 vezes a quantidade; CSS1X = cama sobreposta de suínos, 1 vez a quantidade; CSS2X = cama sobreposta de suínos, 2 vezes a quantidade.

Os maiores teores de COT e NT nos tratamentos com CSS são decorrentes da maior quantidade de MS (Tabela 1), corroborando com os estudos de Giacomini & Aita, (2008), Brunetto et al. (2012) e Lourenzi et al. (2014), e da maior relação C/N dos materiais orgânicos comumente utilizados para formar a cama, tais como a maravalha e a casca de arroz, ao contrário do tratamento com DLS, que apresenta baixa quantidade de MS (Tabela 1) e baixa relação C/N (GIACOMONI & AITA, 2008; BRUNETTO et al. (2012); LOURENZI et al., 2014).

O fato dos teores de COT e NT da área com DLS não ter diferido da testemunha pode ser atribuído a eficiência do SPD, que pelo tempo relativamente longo do experimento (2002-2012), associado à manutenção da resteva da aveia e do milho e o não

revolvimento do solo, está contribuindo para a manutenção e, ou, aumento do COT e NT do solo. A aplicação continuada de DLS ao solo nem sempre aumenta os teores de COT e NT (SCHERER et al., 2010; DORTZBACH et al., 2013). Entretanto, o aumento da produção de fitomassa em SPD (Tabela 2), nos quais os DLS são empregados na adubação das culturas, pode promover o incremento das frações da MOS em médio e longo prazo (KARHU et al., 2012; MERGEN JUNIOR et al., 2014). A maior produção de massa seca da aveia-preta nas áreas com DLS em comparação à testemunha (Tabela 2) implica em maior volume de solo explorado pelo sistema radicular da aveia e, conseqüentemente, isso favorece o maior aporte de COT e NT nos agregados biogênicos na profundidade de 5-10 cm em comparação a área testemunha (Figuras 2 e 3, respectivamente).

Os maiores teores de COT e NT nos agregados biogênicos indicam predominância de material de maior labilidade (frações lábeis da MOS – dados não apresentados) em comparação aos agregados fisiogênicos, sendo que a incorporação/manutenção desse material é favorecida nos agregados biogênicos, devido aos fatores fauna do solo e sistema radicular no SPD, corroborando com os estudos de Velasquez et al. (2012) e Batista et al. (2013). Em áreas de pastagem, SPD com soja/azevém e floresta secundária sob Nitossolo Vermelho no Paraná, Loss et al. (2014) também verificaram maiores teores de COT e NT nos agregados biogênicos, assim como os maiores teores de frações lábeis da MOS (matéria orgânica particulada e frações do carbono oxidável).

Os maiores teores de COT nos agregados biogênicos têm relação direta com os maiores teores de Ca, Mg, N, P, K e H+Al nesses agregados (LOSS et al., 2014), corroborando com os resultados de Fiuza et al. (2011), que verificaram correlações positivas dos valores de COT com os teores de P, K, Ca e Mg em áreas de floresta, seringal e pastagem, quando avaliaram agregados biogênicos. Mergen Junior et al. (2014) fracionando o COT nessas mesmas áreas em carbono das frações húmicas, também encontraram maior quantidade de carbono das frações húmicas nos tratamentos com dejetos suínos e nos agregados biogênicos. Os maiores teores de NT nos tratamentos com CSS e nos agregados biogênicos corroboram os maiores teores de COT, pois incrementos de NT no solo, sendo neste caso via aplicação dos dejetos, favorecem o acúmulo de COT, pois não ocorre aumento de COT no solo se a quantidade de N for limitante à produtividade biológica (URQUIAGA et al., 2005).

Os valores médios de pH em água não diferiram entre os tipos de agregados em todas as áreas avaliadas e profundidades. Entre os tratamentos, verificaram-se diferenças apenas para os agregados biogênicos, destacando-se a área com CSS2X, que apresentou os maiores valores (Tabela 4). Esses resultados são coincidentes com os verificados por Dortzbach (2009), onde o autor relatou que os solos que receberam dejetos periodicamente, especialmente no tratamento com CSS em SPD, propiciam maiores acúmulos de MOS, e que a presença de ânions orgânicos favorecem o consumo de H^+ , retirando-os da solução do solo e ligando-os aos colóides orgânicos. Os maiores valores de pH para CSS2X também são decorrente dos maiores teores de Ca e K encontrados neste tratamento, assim como das altas quantidades desses macronutrientes na CSS (Tabela 1).

Em relação ao Al, todos os valores encontrados são menores que $0,30 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, sendo considerados baixos (FREIRE et al., 2013), o que está associado aos valores de pH acima de 5,4, ocasionando a precipitação do Al, e aos altos conteúdos de bases trocáveis (Tabela 4). Conforme o Manual de Adubação e Calagem dos estados do RS e SC (CQFS RS/SC, 2004), os valores de pH são considerados de médios (5,5 – 6,0) a altos (maiores que 6,0), sendo corroborados pelos menores teores de Al (Tabela 4), assim como a baixa saturação por Al e elevada saturação por bases em todos os tratamentos e tipos de agregados (dados não apresentados).

Apenas para agregados biogênicos, na profundidade de 0-5 cm, verificaram-se diferenças entre as áreas avaliadas, sendo encontrados maiores teores de Al na área testemunha e menores nas áreas com CSS. Isto pode ser decorrente dos menores e maiores teores de Ca e K verificados na área testemunha e CSS, respectivamente. Nas áreas com CSS, onde existem maiores teores de COT (Figura 2) são encontrados os menores teores de Al; isso pode estar relacionado ao fato dos maiores teores de COT significarem maiores teores de MOS, onde seriam complexados os íons Al^{+3} em formas estáveis, diminuindo a sua disponibilidade. Resultados semelhantes são relatados por Brunetto et al. (2012), nas mesmas áreas de estudo, porém em avaliação feita em amostras de solo e com oito anos de aplicação com dejetos. Nas áreas com CSS, esses autores encontraram maiores valores de pH em água e maiores valores de Ca em relação aos demais tratamentos.

Tabela 4. Atributos químicos dos agregados biogênicos e fisiogênicos em diferentes sistemas de uso do solo em Braço do Norte, Santa Catarina.

Tratamentos avaliados	pH (H ₂ O)		Al (cmol _c kg ⁻¹)		Ca (cmol _c kg ⁻¹)		Mg (cmol _c kg ⁻¹)		K (mg kg ⁻¹)		P (mg kg ⁻¹)	
	Bio	Fis	Bio	Fis	Bio	Fis	Bio	Fis	Bio	Fis	Bio	Fis
0-5 cm												
Test	5,37 Ba	6,01 Aa	0,27 Aa	0,03 Aa	4,87 Da	4,50 Da	3,83 Ba	2,45 Ca	340,70 Da	233,37 Db	9,64 Ca	4,62 Eb
DLS1X	5,87 Ba	6,04 Aa	0,12 Ba	0,01 Aa	6,18 Ca	6,55 Ca	4,67 Ba	2,55 Cb	736,87 Ca	396,76 Cb	9,01 Ca	7,26 Da
DLS2X	5,66 Ba	5,79 Aa	0,16 Ba	0,08 Aa	6,02 Ca	6,67 Ca	4,40 Ba	2,98 Cb	336,02 Da	213,10 Db	9,40 Ca	11,96 Ba
CSS1X	5,74 Ba	5,56 Aa	0,05 Ca	0,01 Aa	8,30 Ba	7,77 Ba	6,92 Aa	4,95 Bb	922,93 Ba	454,36 Bb	17,06 Ba	9,85 Cb
CSS2X	6,35 Aa	6,40 Aa	0,08 Ca	0,10 Aa	10,37 Aa	10,78 Aa	6,65 Aa	6,13 Aa	1594,85 Aa	1491,78 Ab	72,35 Aa	35,47 Ab
CV(%)	6,9	8,7	9,1	21,6	14,5	10,9	20,17	17,1	14,05	9,57	23,85	11,11
5-10 cm												
Test	5,73 Ba	5,84 Aa	0,07 Aa	0,03 Aa	3,25 Da	3,44 Da	2,47 Ba	1,77 Cb	192,01 Da	132,58 Ca	2,37 Ea	2,96 Da
DLS1X	6,14 Ba	6,06 Aa	0,02 Aa	0,02 Aa	4,43 Ca	4,45 Ca	3,55 Aa	2,22 Bb	269,27 Ca	208,84 Bb	6,00 Da	5,82 Ca
DLS2X	5,66 Ba	5,91 Aa	0,10 Aa	0,05 Aa	4,20 Ca	4,20 Ca	2,53 Ba	2,37 Ba	150,96 Da	67,23 Db	9,76 Ca	7,89 Ba
CSS1X	5,93 Ba	6,01 Aa	0,10 Aa	0,17 Aa	5,77 Ba	6,55 Ba	4,00 Aa	3,22 Ab	766,44 Ba	177,90 Bb	14,11 Ba	8,64 Bb
CSS2X	6,61 Aa	6,47 Aa	0,03 Aa	0,03 Aa	8,18 Aa	7,33 Aa	4,27 Aa	2,55 Bb	1410,20 Aa	1091,48 Ab	18,69 Aa	11,77 Ab
CV(%)	7,0	7,3	15,0	22,2	15,6	14,1	19,5	21,3	15,22	19,28	20,27	20,63

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre os sistemas de uso do solo para cada tipo de agregado e mesma letra minúscula na linha não difere entre os tipos de agregados para cada sistema avaliado (teste Skott-Knott, $p < 0,05$). Test = testemunha (sem adubação com dejetos); DLS1X = dejetos líquidos de suínos, 1 vez a quantidade; DLS2X = dejetos líquidos de suínos, 2 vezes a quantidade; CSS1X = cama sobreposta de suínos, 1 vez a quantidade; CSS2X = cama sobreposta de suínos, 2 vezes a quantidade. CV = coeficiente de variação. Bio=biogênico, Fis=Fisiogênico

Para os teores de cálcio, não foram verificadas diferenças entre os dois tipos de agregados. Entre os tratamentos, tanto para os agregados biogênicos quanto para os fisiogênicos, nas duas profundidades avaliadas, os maiores teores de Ca foram encontrados nos tratamentos com CSS1X e CSS2X, seguidos dos tratamentos com DLS1X e DLS2X e, a área testemunha apresentou os menores valores. Outros trabalhos também registraram aumento nos teores de Ca em solos com sucessivas aplicações de dejetos suínos (BRUNETTO et al., 2012; HERRMANN, 2013; SILVA et al., 2015).

Para o Mg, de maneira geral, os maiores teores foram encontrados nos tratamentos com CSS e os menores, na área testemunha, não sendo verificadas diferenças entre a área testemunha e os tratamentos com DLS na camada de 0-5 cm. Para a profundidade de 5-10 cm, nos agregados fisiogênicos, a área testemunha apresentou os menores valores de Mg. Entre os tipos de agregados, maiores valores de Mg foram encontrados nos agregados biogênicos, nas duas profundidades avaliadas. Estes maiores teores de Ca e Mg nos tratamentos com CSS e DLS são decorrentes dos maiores valores desses nutrientes nos dejetos com CSS, seguidos de DLS (Tabela 1).

Os maiores teores de K foram encontrados nos tratamentos com CSS em todos os tratamentos e profundidades, exceto para os agregados fisiogênicos, na profundidade de 5-10 cm, na qual o tratamento com DLS1X apresentou valores iguais ao tratamento com CSS1X. Em relação ao uso dos DLS e a testemunha, o tratamento com DLS1X apresentou maiores valores de K em comparação à testemunha nas duas camadas e tipos de agregados avaliados. Entre os agregados, nas duas profundidades avaliadas, os biogênicos apresentaram maiores teores de K, exceto para a testemunha em 5-10 cm, que não apresentou diferenças entre os tipos de agregados (Tabela 4).

Para o fósforo (P), os maiores teores também foram encontrados no tratamento com CSS2X, porém a testemunha apresentou os menores valores de P em comparação aos DLS e CSS, nos agregados biogênicos e fisiogênicos, e nas duas profundidades avaliadas, exceto para os biogênicos na profundidade de 0-5 cm, na qual a testemunha não diferiu do tratamento com DLS. Entre os agregados, apenas os tratamentos com CSS (0- e 5-10 cm) e a testemunha (0-5 cm) apresentaram diferenças, com maiores valores de P para os biogênicos (Tabela 4).

Os maiores teores de P e K encontrados nos tratamentos com dejetos suínos são decorrentes dos maiores teores desses nutrientes nos dejetos com CSS seguidos dos DLS (Tabela 1). Os dejetos oriundos da CSS, além de possuírem maiores teores de nutrientes

também tem maior quantidade de matéria seca (MS) em relação aos DLS (Tabela 1), sendo que o teor de MS tem correlação positiva quanto a quantidade de nutrientes presentes nos dejetos (SCHERER et al. 2013). Isso explica a maior presença desses elementos nos agregados sob SPD com uso de CSS. Esses resultados são corroborados por Brunetto et al. (2012) para o K e Guardini et al. (2012) para o P, que também encontraram maiores teores de K e P em solo com CSS, seguido de DLS e comparado a área testemunha. Entre os agregados, os maiores teores nos biogênicos indicam que esses agregados são mais ricos nesses nutrientes e estão associados a uma intensa atividade biológica e ciclagem de nutrientes, sendo potenciais indicadores de atividade biológica e bons indicadores de mudanças ocasionadas no solo decorrente do manejo agrícola adotado.

Vários estudos indicam aumento crescente nos teores de P e K em solos que receberam adição de dejetos suínos periodicamente, especialmente na camada de 0-5cm (SCHERER et al. 2010; COUTO et al. 2010; VEIGA et al. 2011; CASSOL et al. 2012; GUARDINI et al., 2012).

Os maiores teores de nutrientes (N, P, K e Mg), assim como os maiores teores de COT encontrados nos agregados biogênicos também são corroborados por Silva Neto et al. (2010), quando estes encontraram maiores teores de bases trocáveis e carbono em agregados biogênicos em solos da Paraíba, o que atribuíram ao fato desses agregados serem em grande parte excretas da macrofauna que se alimenta de MOS, além da atividade de raízes. Durante a separação visual dos agregados pelos seus padrões morfológicos, foram encontrados grande quantidade de coprólitos, que foram enquadrados como biogênicos. Bartz et al. (2010), observando a atividade de espécies de minhocas em um Latossolo no Paraná, caracterizaram os coprólitos e também encontraram maiores teores de nutrientes e carbono frente aos agregados pedogênicos (fisiogênicos), assim como Loss et al. (2014) encontraram maiores teores de nutrientes em agregados biogênicos em áreas de SPD, pastagem e floresta secundária no Paraná.

Os altos valores dos nutrientes Ca, Mg, N, P e K (CQFS RS/SC, 2004) encontrados nos tratamentos com CSS e DLS estão diretamente associados à maior produção de milho e MS da aveia preta no SPD em comparação a área testemunha, sem adição dos dejetos (Tabela 2). E, entre os agregados, de maneira geral, os biogênicos apresentam-se como sítios potenciais de acúmulo desses nutrientes, indicando maior atividade biológica e presença de sistema radicular.

4. Conclusões

A adição de dejetos de suínos como via de fornecimento de nutrientes para as plantas aumentou a formação de agregados biogênicos em comparação aos fisiogênicos. Na área testemunha predomina a via de formação de agregados fisiogênicos.

Depois de dez anos de adições de dejetos suínos na sucessão milho/aveia em SPD, a aplicação de cama sobreposta de suínos alterou os teores de COT e NT em relação à testemunha e as áreas com aplicação de dejetos líquidos de suínos, que não se diferenciaram entre si.

A aplicação de dejetos líquidos de suínos aumentou os teores Ca (0-10 cm), K (DLS1X para 0-10 cm) e P (5-10 cm), e não alterou os teores de Mg e N, em relação à testemunha; enquanto que o uso da cama sobreposta de suínos aumentou o Mg (0-5 cm), Ca, N, P e K (0-10 cm) quando comparado aos dejetos líquidos de suínos e à testemunha..

A gênese dos agregados biogênicos favorece a estabilização do COT e N, assim como se apresentam como sítios potenciais de acúmulo de COT, N, P, K e Mg e comparação aos agregados fisiogênicos.

5. Referências Bibliográficas

- ARRUDA, C. A. O.; ALVES, M. V.; MAFRA, A. L.; CASSOL, P. C.; ALBUQUERQUE, J. A.; SANTOS, J. C. P. **Aplicação de dejetos suíno e estrutura de um Latossolo Vermelho sob semeadura direta.** Ciência e agrotecnologia, v. 34, n. 4, p.804-809, 2010.
- BARTZ, M.L.C.; COSTA, A.C.S.; TORMENA, C.A.; SOUZA JR. G.; BROWN, G.G. **Sobrevivência, produção e atributos químicos de coprólitos de minhoas em um Latossolo Vermelho Distroférrico (Oxisol) sob diferentes sistemas de manejo.** Acta Zoológica Mexicana. vol.26, p. 261-280, 2010.
- BATISTA, I.; FERNANDES, M.E.; PEREIRA, M.G.; BIELUCZYK, W.; SCHIAVO, J.A.; MELLO, N.A. **Caracterização dos agregados em solos sob cultivo no Cerrado, MS.** Ciências Agrárias, v. 34 ,p. 1535-1548, 2013.
- BRUNETTO, G.; COMIN, J.J.; SCHMITT, D.E.; GUARDINI, R.; MEZZARI, C.P.; OLIVEIRA, B.S.; MORAES, M.P.; GATIBONI, L.C.; LOVATO, P.E. & CERETTA, C.A. **Changes in soil acidity and organic carbon in an sandy typic hapludalf after medium-term pig-slurry and deep-litter application.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, 36:10-20, 2012.

CADIS, P.; HENKES, J.A. **Gestão Ambiental na Suinocultura: sistema de tratamento de resíduos líquidos por unidade de compostagem**. Unoesc & Ciência - ACET, Joaçaba, v. 5, n. 2, p. 169-188, 2014.

CASSOL, P.C.; COSTA, A.C.; CIPRANDI, O.; PANDOLFO, C.M.; ERNANI, P.R. **Disponibilidade de Macronutrientes e rendimento do milho em Latossolo fertilizado com Dejeto Suíno**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.36, p.1911-1923, 2012.

CERINI, J. B. **Disponibilidade e transferência de Nitrogênio, Fósforo e Potássio em um Argissolo submetido a aplicação de fontes de nutrientes**. Universidade Federal de Santa Maria (Tese de Mestrado). 2012, 64p.

COMIN, J.J.; LOSS, A.; DA VEIGA, M.; GUARDINI, R.; SCHMITT, D.E.; VICTORIA DE OLIVEIRA, P.A.; FILHO, P.B.; COUTO, R.R.; BENEDET, L.; JÚNIOR, V.M. & BRUNETTO, G. **Physical properties and organic carbon content of a Typic Hapludult soil fertilised with pig slurry and pig litter in a no-tillage system**. Soil Research, 51:459-470, 2013.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS RS/SC. **Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 3ª.ed. Passo Fundo: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Embrapa; 1995.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS RS/SC. **Manual de Adubação e de Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10 ed. Porto Alegre, NRS/SBCS, 2004. 400p.

COUTO, R.R.; COMIN, J.J.; BEBER, C.N.; URIARTE, J.F.; BRUNETTO, G.; BELLI FILHO, P. **Atributos Químicos em solos de propriedades suínolas submetidas a aplicações sucessivas de dejetos suínos no município de Braço do Norte, Santa Catarina**. Scientia Agraria, Curitiba, v.11, n.6, p.493-497, Nov./Dec. 2010

DORTZBACH, D. **Dinâmica de atributos físicos e químicos em solo sob plantio direto adubado com dejetos suínos e uréia**. 2009. 127f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Florianópolis, 2009.

DORTZBACH, D.; ARAUJO, I. S.; PANDOLFO, C.; VEIGA, M. **Carbono e nitrogênio no solo e na biomassa microbiana em glebas com diferentes usos e períodos de aplicação de dejetos líquidos de suínos**. Agropecuária Catarinense, v.26, p. 69-73, 2013.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ªed. Brasília: Embrapa Produção de informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 312p. 2006.

EMBRAPA/CNPS. **Manual de métodos de análise de solos**, Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FIUZA SS, KUSDRA JF, FURTADO DT. **Caracterização química e atividade microbiana de coprólitos de Chibui bari (Oligochaeta) e do solo adjacente**. R. Bras Ci Solo. 2011;35:723-72728.

FREIRE, L.R.,; CAMPOS, D.V.B.; ANJOS, L.H.C.,; ZONTA, E.,; PEREIRA, M.G.,; BLOISE, R.M.,; MOREIRA, G.N.C.; EIRA., P.A. **Análise química de amostras de terra**. In: FREIRE, L.R.,; BALIEIRO, F.C.,; ZONTA, E.,; ANJOS, L.H.C.,; PEREIRA, M.G.,; LIMA, E.,; GUERRA, J.G.M.,; FERREIRA, M.B. C.; LEAL, M.A.A.; CAMPOS ,D.V.B.; POLIDORO, J.C. (Org.). **Manual de Calagem e Adubação do Estado do Rio de Janeiro**. 1ed. Brasília - Seropédica: Embrapa - Universidade Rural, 1, 87-100.(2013)

GIACOMI, S.J.; AITA,C.;GUIDINI, E.; MARQUES, M.M.;LUNKES, A.;CADORE, F. **Potencial de Mineralização do Carbono e do Nitrogênio no solo após três anos de uso de dejetos suínos em Sistema Plantio Direto**. In: FERTBIO 2002, Rio de Janeiro. Anais... CD-ROOM, Rio de Janeiro, UFRJ/EMBRAPA-CNPS, 2002.

GIACOMINI, S.J. & AITA, C. **Cama sobreposta e dejetos líquidos de suínos como fonte de nitrogênio ao milho**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 32:195-205, 2008.

GIACOMINI, S.J.; AITA, C.; PUJOL, S.B. & MIOLA, E.C.C. **Transformações do nitrogênio no solo após adição de dejetos líquidos e cama sobreposta de suínos**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.48, p.211-219, 2013.

GUARDINI, R; COMIN, J.J.; SCHMITT D.E.; TIECHER, T.; BENDER, M.A.; RHEINHEIMER, D.S.; MEZZARI, C.P.; OLIVEIRA, B.S.; GATIBONI, L.C.; BRUNETTO, G. **Accumulation of phosphorus fractions in typic Hapludalf soil after long-term application of pig slurry and deep piglitter in a no-tillage system**. Nutr. Cycl. Agroecosyst., v. 93, p. 215–225, 2012.

JOUQUET, P.; ZANGERLE, A.; RUMPEL, C.; BRUNET, D.; BOTTINELLI, N.; TRAN DUC, T. **Relevance and limitations of biogenic and physicogenic classification: a comparison of approaches for differentiating the origin of soil aggregates**. European Journal of Soil Science, v.60, p, 1117–1125. 2009.

KAMPF, N. & CURI, N. **Caracterização do Solo**. In: Pedologia:Fundamentos/ Joao Carlos Ker ... et al (eds). Viçosa –MG. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012, 343p.

KARHU, K.; GÄRDENÄS, A.I.; HEIKKINEN, J.; VANHALA, P.; TUOMI, M.; LISKI, J. **Impacts of organic amendments on carbon stocks of an agricultural soil –**

comparison of model simulations to measurements. Geoderma, v.189/190, p.606-616, 2012.

LOSS, A.; PEREIRA, M.G.; COSTA, E.M.; BEUTLER, S. J. **Soil fertility, physical and chemical organic matter fractions, natural ¹³C and ¹⁵N abundance in biogenic and physicogenic aggregates in areas under different land use systems.** Soil Research, v.52, p. 685–697. 2014.

LOURENZI, C.R.; CERETTA, C.A.; SILVA, L.S.; GIROTTO, E.; LORENSINI, F.; TIECHER, T.L.; DE CONTI, L.; TRENTIN, G. & BRUNETTO, G. **Nutrients in layers of soil under no-tillage treated with successive applications of pig slurry.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.37, p.157-167, 2013.

MAFRA, M.S.H.; CASSOL, P.C. ; ALBUQUERQUE,J.A. ; CORREA,J.C.; GROHSKOPF,M.A.; PANISSON, J. . **Acúmulo de carbono em Latossolo adubado com dejetos líquido de suínos e cultivado em plantio direto.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 49, p. 630-638, 2014.

MERGEN JUNIOR, C.A.; LOSS, A.;COMIN, J.J.; FREO, V.A.; PEREIRA, M.G.; BRUNETTO, G. **Carbono das Substâncias Húmicas em Agregados Biogênicos e Fisiogênicos sob Aplicação continuada de dejetos suínos.**In: Reunião Sul-Brasileira de Ciência do Solo, 2014, Pelotas-RS, Anais.... Sociedade brasileira de Ciência do Solo, Pelotas, 2014.

SCHERER, E.E.; BALDISSERA, I.T.; SPAGNOLLO, E. **Qualidade do solo e da água surgente em áreas com uso intensivo e continuado de esterco de suínos como fertilizante.** Florianópolis: Epagri, 2013, 38p. (Epagri, Boletim Técnico, 160).

SCHERER, E.E.; NESI, C.N.; MASSOTI, Z. **Atributos Químicos do Solo influenciados por sucessivas aplicações de dejetos suínos em áreas agrícolas de Santa Catarina.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 34 p.1375-1383, 2010.

SEGANFREDO, M.A. **Uso de dejetos suínos como fertilizantes e seus riscos ambientais.** In: Gestão Ambiental na Suinocultura/ Milton Antonio Seganfredo (Ed). Brasília, DF:Embrapa Informação Tecnológica, 2007, 302p.

SILVA NETO, L. F. SILVA, I. F.; INDA JUNIOR, A. V.; NASCIMENTO, P. C. **Atributos físicos e químicos de agregados pedogênicos e de coprólitos de minhocas em diferentes classes de solos da Paraíba.** Ciência e Agrotecnologia, v. 34, p. 1365-1371, 2010.

- SILVA, A.A.; COSTA, A.M.;LANA, R.M.Q.;PEREIRA JUNIOR, A.M. **Potencialidade da aplicação de dejetos líquidos de suínos em pastagem de Brachiaria decumbens.** Acta Iguazu, Cascavel, v.4, n.1, p. 66-80, 2015.
- SIX, J.; ELLIOTT, E. T.; PAUSTIAN, K. **Soil macroaggregate turnover and microaggregate formation: a mechanism for C sequestration under no-tillage agriculture.** Soil Biol. Biochem., v.32, p. 2099-2103, 2000.
- TIVET, F.; SÁ, J. C. M.; LAL, R.; BRIEDIS, C. ; BORSZOWSKI, P. R.; SANTOS, J. B.; FARIAS, A.; HARTMAN, D. C.; NADOLNY JUNIOR, M. ; BOUZINAC, S.; SEGUY, L. **Aggregate C depletion by plowing and its restoration by diverse biomass-C inputs under no-till in sub-tropical and tropical regions of Brazil.** Soil & Tillage Research, v. 126, p. 203-218, 2013.
- URQUIAGA S, JANTALIA CP, ZOTARELLI L, ALVES BJR, BODDEY RM. **Manejo de sistemas agrícolas para o sequestro de carbono no solo.** In: Aquino AM, Assis RL, organizadores. Conhecimentos e técnicas avançadas para o estudo dos processos da biota no sistema solo-planta. Brasília, DF:, Embrapa;, 2005. p.257-2273.
- VEIGA, M.; PANDOLFO, C.M.; BALBINOT JUNIOR, A.A. **Balanco simplificado de Nutrientes e rendimento de grãos em nove anos de aplicação superficial de dejetos líquidos de suínos em Latossolo Vermelho Distrófico.** Agropecuária Catarinense, v.23, n.2, p. 65-69, 2011.
- VELÁSQUEZ, E.; FONTE, S. J.;BAROT, S.; GRIMALDI, M.; DESJARDINS, T.; LAVELLE, P.; **Soil macrofauna-mediated impacts of plant species composition on soil functioning in Amazonian pastures.** Applied Soil Ecology, v.56, p.43– 50, 2012.
- VELASQUEZ, E.; PELOSI, C.; BRUNET, D.; GRIMALDI, M.; MARTINS, M.; RENDEIRO, A. C.; BARRIOS, E.; LAVELLE, P. **This ped is my ped: Visual separation and near infrared spectra allow determination of the origins of soil macroaggregates.** Pedobiologia. v. 51, p. 75-87, 2007.