

Agregação e atributos químicos de agregados em solo sob cultivo de aveia/milho com o uso de dejetos suínos e adubação química

Guilherme Wilbert Ferreira⁽¹⁾; Arcângelo Loss⁽²⁾

⁽¹⁾ Acadêmico do Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Rod. Admar Gonzaga, 1346, Itacorubi, CEP 88034-000, Florianópolis, SC, Brasil. E-mail: guilhermewferreira@hotmail.com.

⁽²⁾ Professor Adjunto II, Depto de Engenharia Rural, CCA, UFSC. Rod. Admar Gonzaga, 1346, Itacorubi, CEP 88034-000, Florianópolis, SC, Brasil. E-mail: arcangelo.loss@ufsc.br.

Resumo

O objetivo do trabalho foi avaliar a agregação e os atributos químicos dos agregados do solo sob cultivo de aveia/milho em sistema plantio direto adubado com dejetos suínos e adubação química. Após dois anos de aplicações de dejetos e adubação química, em solo de textura franco-argiloarenosa, foram coletadas amostras indeformadas nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm sob os tratamentos: testemunha, sem adubação (Test); adubação química (AQ); composto orgânico + AQ (CO+AQ); dejetos líquidos de suínos + AQ (DL+AQ); e dejetos líquidos de suínos de acordo com a recomendação para suprir a dose de N para a cultura do milho (DL100). Avaliaram-se a agregação do solo, por meio do diâmetro médio ponderado e geométrico dos agregados (DMP e DMG, respectivamente), os macro, meso e microagregados. E nos agregados quantificaram-se o carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (NT), pH, Al, H+Al, Ca, Mg, K, P, CTC_{pH7,0}. O uso de CO+AQ, DLlim e DL100 aumentou a formação de macroagregados e o DMP em relação ao tratamento com AQ, e maiores índices de DMG em relação à AQ e a Test., ambos em 5-10 cm. Os tratamentos DL+AQ e DL100 aumentaram os teores de COT em comparação aos demais tratamentos (5-10 cm), assim como o uso da AQ, CO+AQ e DL+AQ aumentaram os teores de NT em comparação a Test e DL100 (0-5 cm). De maneira geral, os tratamentos com CO+AQ, DL+AQ, DL100 e AQ aumentaram os teores de H+Al e diminuíram os de Al (0-20 cm), assim como aumentaram a CTC_{pH7,0} (0-5), em comparação à Testemunha. O uso de CO+AQ e DL100 aumentaram o Ca e o P (0-5 cm) em comparação a AQ, Testemunha e DL+AQ.

Palavras-chave: dejetos líquidos de suínos, cama sobreposta de suínos, macroagregados, matéria orgânica, capacidade de troca catiônica.

Aggregation and chemical attributes of soil aggregates under oat/corn cultivation with the use of swine manure and chemical fertilization

Abstract

The objective was to evaluate aggregation and chemical attributes of soil aggregates under oat/corn cultivation under no-tillage fertilized with swine manure and chemical fertilization. After two years of applications of the swine manure and chemical fertilization, in soil with sandy clay loam texture, undisturbed soil samples were collected at 0-5, 5-10 and 10-20 cm depths, under the treatments: control (without fertilization); chemical fertilization (CF); organic compound + CF (OC+DL); liquid swine manure (LSM) + CF (LSM+CF); and LSM in accordance with the recommendation to supply the dose of N for corn (LSM100). They evaluated soil aggregation through the mean weight diameter and geometric of the aggregates (MWD and MWG, respectively), the macro, meso and microaggregates. And in aggregates was quantified the total organic carbon (TOC), total nitrogen (TN), pH, Al, H+Al, Ca, Mg, K, P, CEC_{pH7.0}. The use of DL, LSM100 and LSM+CF increased the formation of macroaggregates and MWD compared to treatment with CF, and increased MWG compared to treatment CF and control, both in 5-10 cm. The LSM+CF and LSM100 treatments increased the TOC content compared to the other treatments (5-10 cm), as well as the use of CF, OC+DL and LSM+CF increased TN levels in comparison to control and LSM100 (0-5 cm). In general, treatments with OC+DL, LSM+CF, LSM100 and CF increased contents of H+Al, and decreased Al (0-20 cm), as well as increased CTC_{pH7.0} (0-5 cm) compared to the control. The use of OC+DL and LSM100 increased Ca and P (0-5 cm) compared to CF, control and LSM+AQ..

Keywords: liquid swine manure, deep litter, macroaggregates, organic matter, cation exchange capacity.

Introdução

Na região Sul do Brasil destaca-se a produção de suínos, sendo que nos municípios de SC, tais como Braço do Norte, assim como em outros municípios situados no RS e PR, esta produção é uma das principais fonte de renda nas pequenas propriedades agrícolas, administradas por mão de obra familiar (CERETTA et al., 2010). Entretanto, devido ao sistema intensivo de produção, um número elevado de suínos é criado nestas unidades agrícolas, gerando um volume considerável de dejetos (KONZEN, 2003). Nestas

condições, a utilização desses dejetos como fonte de nutrientes, na forma orgânica, em áreas de lavoura e pastagens, passou a ser preconizado, de maneira a promover a ciclagem de nutrientes e aumentar o rendimento das culturas (KONZEN, 2003; CERETTA et al., 2005; COMIN et al., 2013; MAFRA et al., 2014).

Os dejetos suínos usados como adubos orgânicos podem ser via sólida e líquida, tais como a cama sobrepota e os dejetos líquidos de suínos, respectivamente. Esses dejetos contêm os nutrientes necessários ao desenvolvimento das plantas (N, P, K, Ca e Mg), servindo como alternativa na substituição parcial e, ou, total de adubos químicos solúveis, assim promovendo a manutenção da produtividade e diminuição de insumos externos nas áreas produtivas agrícolas (CASSOL et al., 2011; BRUNETTO et al., 2012). Na literatura são variados os estudos que relatam o efeito positivo dos produtos orgânicos sobre a produtividade de uma diversa gama de culturas, como oleráceas, pastagens e cereais (SCHEFFER-BASSO et al., 2008; VIDIGAL et al., 2010; CASSOL et al., 2012).

Todavia, tem-se que atentar para as quantidades de dejetos que são usadas na agricultura. A Instrução Normativa n.11 da Fundação do Meio Ambiente de SC (FATMA, 2004a), cita que a quantidade máxima de dejetos para a utilização em lavouras é de 50 m³/ha/ano, e de acordo com recomendações de adubação indicadas por laudos com base em análises do solo, e segundo o Termo de Ajustamento de Condutas da Suinocultura Catarinense (TAC), n.41 (FATMA, 2004b), a dose do fertilizante orgânico de suínos e de demais fertilizantes orgânicos ou minerais a ser aplicada ao solo deve ser baseada na sua oferta do nutriente fósforo (P) e na necessidade para manter os teores desse nutriente (P extraível pelo método Mehlich-I) na classe “Alta” de disponibilidade para cada classe textural do solo na camada 0 – 10 cm, através de adubações de manutenção e reposição, visando à adequada nutrição de plantas e evitando o acúmulo excessivo de nutrientes no solo, com seus pormenores e potenciais impactos ambientais. Entretanto, devido ao mau manejo dos dejetos e das altas doses que vêm sendo aplicadas pelos produtores, sem nenhuma especificação técnica de quantidade a ser utilizada, esses produtos podem comprometer a qualidade e a funcionalidade do ambiente (ROBOREDO et al., 2012; GUARDINI et al., 2012; MAFRA et al., 2014). Desse modo, o uso dos dejetos suínos na adubação deve ocorrer em quantidade e modo adequados, para potencializar os benefícios dessa prática, sem comprometer a qualidade edáfica (CASSOL et al., 2012; COMIN et al., 2013).

Segundo Comin et al. (2013), ao avaliarem o efeito da aplicação contínua por oito anos de dejetos líquidos de suínos (DL1X e DL2X, uma e duas vezes a recomendação da dose de N para o milho e aveia preta, respectivamente) e cama sobreposta de suínos (CSS1X e CSS2X, uma e duas vezes a recomendação da dose de N para o milho e aveia preta, respectivamente), além de uma área Testemunha (sem adubação), sobre a agregação do solo e os teores de carbono orgânico total (COT) sob cultivo de aveia/milho em sistema plantio direto (SPD), observaram que o tratamento com CSS favoreceu a formação de agregados maiores que 4,0 mm e aumentou os índices de agregação e estabilidade de agregados nas camadas de 0-5 e 15-20 cm em comparação ao tratamento com DLS e Testemunha. Ainda, a aplicação de CSS2X reduziu a resistência a penetração em 34 e 20%, respectivamente, nas camadas de 5-10 e 10-15 cm em comparação a área Testemunha. Esses autores concluíram que oito anos de aplicação contínua de CSS na sucessão aveia-preta/milho em SPD aumentou a agregação do solo e os teores de COT do solo em comparação aos DLS e a Testemunha.

Em outro estudo, Mafra et al. (2014) estimaram as taxas de acúmulo de COT em Latossolo Vermelho adubado anualmente, durante um período de 12 anos (2001 a 2012), com adubação solúvel (AS, na dosagem de 130, 100 e 70 Kg ha⁻¹ de NPK, respectivamente, no ano de 2007; e 170, 130 e 80, Kg ha⁻¹ de NPK, respectivamente, de 2008 a 2012), dejetos líquidos de suínos + AS (DLS+AS, na dosagem de 25 m³ ha⁻¹), e DLS em doses crescentes (25, 50, 100 e 200 m³ ha⁻¹). Os autores encontraram que as taxas de fixação de C real e aparente aumentaram de acordo com as doses de dejetos aplicadas, tendo variado de 0,6 a 1,7 e de 0,05 a 1,0 Mg ha⁻¹ por ano, respectivamente. Os coeficientes de humificação (k₁) e de mineralização (k₂) foram 0,17 e 0,011, respectivamente, enquanto o aporte de C requerido para manter o estoque inicial de COT do solo foi de 4,14 Mg ha⁻¹ por ano. Os autores concluíram que os DLS aplicados anualmente em Latossolo Vermelho cultivado com a sucessão aveia-preta/milho em SPD aumenta o COT do solo em doses de até 200 m³ ha⁻¹.

Porém, o grande problema da aplicação contínua de dejetos suínos ao solo está relacionado com a sua composição química desbalanceada, se comparada aos fertilizantes minerais. Essa composição está relacionada a alimentação fornecida aos animais, do manejo da água e das condições de armazenamento, o que gera uma dificuldade na recomendação de doses padronizadas (KIRCHMANN et al, 1994). Desse modo, aplicações contínuas poderão ocasionar desequilíbrios de nutrientes no solo, o que pode resultar em

acúmulo de nutrientes no mesmo, que em excesso, poderão causar danos ambientais. Segundo Guardini et al. (2012), a adição de CSS e DLS ao longo de oito anos no solo sob SPD elevou os teores de fósforo até 30 cm de profundidade, principalmente nas formas inorgânicas lábeis extraídas por resina trocadora de ânions (RTA) e bicarbonato de sódio (NaHCO_3 $0,5 \text{ mol L}^{-1}$) e em menor quantidade aquelas com energia de ligação intermediária, extraídas com hidróxido de sódio (NaOH $0,1 \text{ mol L}^{-1}$). As aplicações de dejetos também aumentaram os teores de fósforo orgânico extraído por NaOH $0,1 \text{ mol L}^{-1}$, NaOH $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ e NaHCO_3 $0,5 \text{ mol L}^{-1}$, o que aumenta a disponibilidade de fósforo no solo e o seu potencial de contaminação de águas superficiais e subsuperficiais.

Em outro estudo, Couto et al. (2010), ao avaliarem as alterações nos atributos químicos do solo submetidos a aplicações sucessivas de dejetos suínos em seis propriedades suinícolas no município de Braço do Norte (SC), cultivadas com culturas anuais e pastagens, observaram que em cinco propriedades, os níveis disponíveis de dejetos aplicados estavam acima de $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (267, 92, 183, 145 e 403 m^3), o qual é o máximo permitido pela FATMA (2004), e apenas uma propriedade possuía a área necessária para receber a aplicação de dejetos. Desse modo, em consequência da aplicação de DLS ao longo dos anos se constatou aumento dos teores de fósforo disponível e potássio trocável para valores muito altos e os de cobre, zinco e manganês até valores considerados altos.

Sendo assim, mais estudos sobre a influência dessas doses de dejetos suínos, seja na forma sólida ou líquida, juntamente com a adubação química, sobre os agregados do solo e seus atributos químicos devem ser avaliados. Diante do exposto, este trabalho objetivou avaliar a agregação e os atributos químicos dos agregados do solo sob cultivo de aveia/milho em sistema plantio direto adubado com dejetos suínos e adubação química, em Braço do Norte, SC.

Material e Métodos

Descrição do local de estudo e dos tratamentos utilizados

O experimento foi instalado em uma propriedade suinícola situada no município de Braço do Norte, Santa Catarina (SC), na região Sul do Brasil (longitude $49^\circ 09' 56'' \text{ W}$ e latitude $28^\circ 16' 30'' \text{ S}$, 300 m de altitude). O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, é subtropical úmido (Cfa), com temperatura média anual de $18,7^\circ\text{C}$ e precipitação média anual de 1.471 mm. O solo foi classificado como Argissolo Vermelho-

Amarelo (Embrapa, 2013), apresentando textura média (franco argilo-arenosa) em todas as profundidades, com teores de areia, silte e argila de 503, 198 e 299 g kg⁻¹, respectivamente. A área experimental foi instalada no segundo semestre de 2013, em uma propriedade com histórico de produção de milho e aplicações esporádicas de dejetos líquidos de suínos sobre a superfície do solo.

O experimento foi delineado em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições, sendo que cada parcela possui dimensões de 6,5 m por 8,0 m (52 m²). O experimento está sendo conduzido em sistema plantio direto (SPD) com a sucessão aveia-preta (*Avena strigosa*) e milho (*Zea mays*), sendo a aveia cultivada até o estágio de florescimento, quando é dessecada com o uso de herbicidas e o milho cultivado para a produção de grãos. Em setembro de 2013, as parcelas receberam as primeiras adubações, constituindo-se os seguintes tratamentos: Testemunha, sem adubação (Test); adubação química (AQ), com aplicação de uréia (45% de N), superfosfato triplo (SFT, 46 % P₂O₅) e cloreto de potássio (KCl, 60% K₂O), seguindo a recomendação para a cultura do milho e da aveia (CQFS-RS/SC, 2004); composto orgânico de suínos + adubação química (COS+NPK); dejetos líquidos de suínos + adubação química (DL+NPK); e dejetos líquidos de suínos de acordo com a recomendação para suprir a dose de N para a cultura do milho (DL100). Nos tratamentos COS+NPK e DL+NPK, a quantidade de dejetos aplicada é calculada de acordo com o elemento mais limitante (N, P ou K), isto é, a partir da recomendação do manual de adubação e calagem do RS e SC (CQFS-RS/SC, 2004), no qual os teores adicionados não excedam os requerimentos nutricionais da cultura do milho. O suprimento dos demais nutrientes é feito por meio da adubação química. Em cada aplicação dos dejetos suínos faz-se uma coleta de amostras do composto orgânico e do dejetos líquidos para posterior análise dos teores de N, P e K, no Laboratório de Análise de Solo, Água e Tecidos Vegetais do Centro de Ciências Agrárias (CCA), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), e adequação das doses aplicadas e cálculos da adubação química suplementar, conforme observa-se na Tabela 1.

Tabela 1. Teores de massa seca (MS), quantidade de adubos aplicada (QA) e teores de N, P e K dos adubos aplicados nos cultivos de milho e aveia, em Braço do Norte, SC, no período de 2013 a 2015.

Culturas/ ano agrícola	Tratamentos	MS %	QA	N	P	K	N	P	K	
					%			Kg ha ⁻¹		
Milho (2013/2014)	Test									
	AQ		632,7 kg ha ⁻¹				99,95	53,68	44,71	
	CO+NPK	38,1	10384,6 kg ha ⁻¹ (138,4 kg ha ⁻¹)	2,15	2,66	1,08	51,03 (57,06)	192,77	51,65 (5,10)	
	DL+NPK	1,12	50 m ³ ha ⁻¹ (257,7 kg ha ⁻¹)	2,81	8,37	6,93	12,51 (84,4)	97,07 (12,94)	46,11 (3,17)	
	DL100	0,85	202 m ³ ha ⁻¹	2,71	5,81	12,09	33,55	217,6	183,49	
Aveia (2014)	Test									
	AQ		323 kg ha ⁻¹				30	14,7	16,66	
	CO+NPK	27,1 3	5769,2 kg ha ⁻¹ (32,3 kg ha ⁻¹)	2,52	1	0,72	23,67 (12,68)	28,67	13,57 (2,05)	
	DL+NPK	0,4	25 m ³ ha ⁻¹ (35,4 kg ha ⁻¹)	4,11	1,12	12,92	4,28 (7,78)	3,7 (3,55)	12,43	
	DL100	0,4	33,6 m ³ ha ⁻¹	4,11	1,12	12,92	4,94	3,93	18,36	
Milho (2014/2015)	Test									
	AQ		468 kg ha ⁻¹				100	32,75	41,66	
	CO+NPK	28,0	19230,7 kg ha ⁻¹	3,2	0,73	0,84	103,38	72,01 (8,75)	54,48	
	DL+NPK	0,90	19 m ³ ha ⁻¹ (44,2 kg ha ⁻¹)	5,02	2,95	8,73	22,08 (75)	34,09 (8,73)	49,64	
	DL100	0,92	230 m ³ ha ⁻¹	4,62	3,06	8,44	77,64	131,68	201,97	
Aveia (2015)	Test									
	AQ		165 kg ha ⁻¹				33,34	13,10	16,66	
	CO+NPK	23,2 3	9615,4 kg ha ⁻¹	4,24	2,06	1,25	56,82	84,3	33,63	
	DL+NPK	3,05	29,8 m ³ ha ⁻¹	5,33	2,03	6,25	53,76	52,86	31,39	
	DL100	3,05	75 m ³ ha ⁻¹	5,33	2,03	6,25	174,57	171,63	85,61	

Test = Testemunha, sem adubação; AQ = Adubação química; CO+NPK = Composto orgânico de suínos + adubação química; DL+NPK = Dejeito líquido de suínos + adubação química; DL100 = Dejeito líquido de suínos para a recomendação de N para a cultura do milho. A adubação química foi realizada com aplicação de uréia (45%), Superfosfato Triplo (SFT, com 46% de P₂O₅), e cloreto de potássio (KCl, com 60% de K₂O). Valores em parêntesis representam as adubações químicas suplementares para os tratamentos CO+NPK e DL+NPK.

Ao final dos dois anos do experimento foram realizadas duas aplicações de CO+NPK e DL+NPK e tres aplicações de DL100 para a cultura do milho, no período de 2013 a 2014; uma aplicação de CO+NPK e duas de DL+NPK e DL100 para a aveia em 2014 e 2015; e uma aplicação de CO+NPK e duas de DL+NPK e DL100 para o milho no período de 2014 a 2015.

O composto orgânico de suínos foi produzido segundo metodologia de Oliveira & Higarashi (2006), a partir de uma unidade automatizada de compostagem, com o auxílio de

um revolvedor automático para a biomassa depositada nas leiras de compostagem. A biomassa, composta de uma mistura de dejetos líquidos de suínos e substrato, é depositada em leiras com 1,0 m de altura, e volume útil de 140 m³. Na leira utiliza-se substrato com cerca de 30% de maravalha e 70% de serragem. Desse modo, semanalmente é aplicado, sobre a leira, um volume de 220,4 m³ de dejetos, com uma relação 9,8:1 (litros de dejetos: massa de substrato, kg).

Coletas de amostras de solo e análises realizadas

Em maio de 2015 foram coletadas amostras indeformadas de solo em todas as parcelas dos cinco tratamentos, sendo quatro repetições por tratamento. Com o auxílio de um enxadão e uma pá de corte, trincheiras de 40 x 40 x 40 cm foram abertas nas parcelas, sendo coletadas amostras de solo nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm. As amostras foram devidamente acondicionadas em sacos plásticos e encaminhadas ao Laboratório de Manejo e Classificação de Solos da Universidade Federal de Santa Catarina. Neste, as amostras foram secas ao ar e destorroadas manualmente, seguindo fendas ou pontos de fraqueza, e peneiradas em um conjunto de peneiras de malha de 8,00 mm e 4,00 mm, obtendo-se os agregados do solo, conforme Embrapa (1997).

Dos agregados retidos na peneira de 4,00 mm, foram pesados 25 g e transferidos para uma peneira de 2,00 mm. Assim, compondo um conjunto de peneiras de malhas decrescentes, com os seguintes diâmetros: 2,00; 1,00; 0,50; 0,25 e 0,105 mm, conforme metodologia descrita em Embrapa (1997). Os agregados inicialmente colocados na peneira de 2,00 mm foram umedecidos com borrifador de água e, posteriormente, o conjunto de peneiras foi submetido à tamisação vertical via úmida por 15 minutos no aparelho de Yoder (Yoder, 1936). Transcorrido esse tempo, o material retido em cada peneira foi retirado, separado com jato d'água, colocado em placas de pétri previamente pesadas e identificadas, e levado à estufa de circulação de ar, à 105°C, até a obtenção de massa seca constante. A partir da massa seca dos agregados foram calculados o diâmetro médio geométrico (DMG) e o diâmetro médio ponderado (DMP) dos agregados, segundo Embrapa (1997). Ainda, com a massa dos agregados, em cada peneira, avaliou-se a sua distribuição nas seguintes classes de diâmetro médio, conforme Costa Junior et al. (2012): $\emptyset \geq 2,0$ mm (macroagregados); $2,0 > \emptyset \geq 0,25$ mm (mesoagregados) e $\emptyset < 0,25$ mm (microagregados).

O restante dos agregados retidos na peneira de 4,00 mm foi macerado e passado em malha de 2,00 mm, obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA) dos agregados. A partir da TFSA destes agregados determinaram-se: pH em H₂O e em SMP, teores trocáveis de Ca⁺², Mg⁺² e Al⁺³, além dos teores disponíveis de K⁺ e P, segundo métodos descritos por Tedesco et al. (1995). Em seguida, foram calculados o H+Al; Valor S = Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺; CTC_{pH7,0} (Valor S + (H+Al)), CTC_{efetiva} (Valor S +Al³⁺) e Valor V% = (Valor S/Valor T) *100, além da saturação por Al (100*(AL³⁺/((S + Al³⁺)/CTC_{efetiva}))). O carbono orgânico total (COT) foi quantificado segundo Yeomans e Bremner (1988) e o teor de nitrogênio total (NT) foi determinado conforme metodologia descrita em Tedesco et al. (1995). A análise granulométrica do solo foi realizada segundo metodologia descrita pela Embrapa (1997).

Análises estatísticas

Os dados de agregação do solo e atributos químicos nas diferentes profundidades avaliadas foram analisados quanto à normalidade e homogeneidade dos dados por meio dos testes de Lilliefors e Cochran, respectivamente. Posteriormente, foram analisados como delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos (Test, AQ, COS+NPK, DL+NPK e DL100) e com quatro 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 de Scott-Knott a 5% de probabilidade por meio do Software Sisvar.

Resultados e Discussão

Em relação à agregação do solo, na profundidade de 0-5 e 10-20 cm não foram verificadas diferenças estatísticas (Teste F, p>0,05) para DMP e DMG entre os tratamentos avaliados. Entretanto, na profundidade de 5-10 cm verificaram-se diferenças para DMP e DMG, sendo os menores valores desses índices encontrados para o tratamento AQ. Para o DMP, apenas o tratamento AQ diferiu dos demais, porém para DMG, os tratamentos com COS+NPK, DL+NPK e DL100 apresentaram os maiores valores para DMG, diferindo dos tratamentos Test e AQ (Tabela 2).

Tabela 2. Diâmetro médio ponderado (DMP) e diâmetro médio geométrico (DMG) dos agregados, em mm, no perfil de solo submetido a diferentes fontes de adubação em Braço do Norte, SC.

Tratamentos	DMP	DMG	DMP	DMG	DMP	DMG
	0-5 cm		5-10 cm		10-20 cm	
Test	4,06 ^{NS}	3,21 ^{NS}	3,72 a	2,75 b	2,98 ^{NS}	1,97 ^{NS}
AQ	4,13	3,23	3,13 b	2,11 c	2,62	1,66
COS+NPK	4,53	3,91	4,25 a	3,61 a	3,46	2,28
DL+NPK	4,02	3,46	4,04 a	3,21 a	3,23	2,29
DL100	4,14	3,36	4,07 a	3,20 a	3,27	1,84
CV (%)	9,63	11,27	8,35	13,39	16	24,92

Test = Testemunha, sem adubação; AQ = Adubação química; COS+NPK = Composto de suínos + adubação química; DL+NPK = Dejetos líquidos de suínos + adubação química; DL100 = Dejetos líquidos de suínos para a recomendação de N para a cultura do milho. CV = Coeficiente de variação. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste Skott-knott a 5%. NS = não significativo pelo Teste F a 5% de probabilidade.

Os menores valores de DMP e DMG para o tratamento AQ podem ser decorrentes da mineralização mais acentuada da matéria orgânica do solo (MOS) neste tratamento em comparação aos tratamentos com adubação orgânica. Uma prática que pode resultar na redução dos teores de MOS, ou seja, do COT, é a adubação com nitrogênio mineral, como por exemplo, na forma de uréia, pois esse nitrogênio passa a servir de matéria prima para microrganismos decompositores, acelerando a decomposição da MOS (FONTE et al., 2009; SOUZA et al., 2013). Resultados semelhantes foram relatados por Silva et al. (2008) ao avaliarem o impacto da adubação orgânica (AO, esterco bovino, 40 m³ ha⁻¹) e mineral (AM, 250 kg ha⁻¹ do formulado 4-14-8) sobre a estabilidade de agregados de um Argissolo Vermelho-Amarelo em Minas Gerais. Esses autores encontraram menores valores de DMP e DMG nos tratamentos com AM (1,93 e 1,53, respectivamente) em comparação à AO (2,23 e 1,87, respectivamente), ambos na profundidade de 10-20 cm. Somados a estas diferenças, tem-se a diminuição dos teores de COT em todas as classes de agregados (macro, meso e microagregados) que os autores encontraram, sendo maiores para o tratamento AO em comparação ao AM, na mesma profundidade avaliada. Portanto, evidencia-se que o uso de dejetos suínos (COS ou DL) em solo de textura média (franco-argiloarenosa) e por curto período de tempo, melhora a agregação do solo em comparação ao uso somente de adubação química ou sem adubação orgânica, pois o tratamento controle (Test) também apresentou menores valores de DMP e DMG em relação à COS+NPK, DL+NPK e DL100.

Entre os índices de DMP e DMG, verificou-se que o DMG foi mais responsivo para se evidenciar diferenças entre os tratamentos avaliados, pois observaram-se diferenças

(maiores valores) entre as áreas com dejetos suínos (COS+NPK, DL+NPK e DL100), seguidas da Testemunha e por fim a AQ (menor valor). Para o DMP, apenas foram verificadas diferenças entre AQ (menor valor) e os demais tratamentos (maiores valores). O DMP é tanto maior quanto maior for a proporção de agregados maiores retidos nas peneiras com malhas maiores, principalmente 2,00 mm; e o DMG representa uma estimativa do tamanho da classe de agregação de maior ocorrência (KEMPER e CHEPIL, 1965). Essas diferenças de DMP e DMG na profundidade de 5-10 cm são corroboradas pela distribuição da massa dos agregados (Figura 1), na qual tem-se diferenças apenas para o tratamento AQ, com menores valores para os macroagregados na profundidade de 5-10 cm, o que acarretou em diferenças também somente para este tratamento para o DMP (Tabela 2), assim como relatado por Kemper e Chepil (1965) e Loss et al. (2009). Porém, para o DMG, as diferenças observadas entre os tratamentos (Tabela 2) são corroboradas pela distribuição da massa dos meso e microagregados, com destaque para os microagregados, que na profundidade de 5-10 cm, o tratamento com AQ apresentou os maiores valores (Figura 1).

Numericamente, os maiores valores de macroagregados para o tratamento COS+NPK em 5-10 cm, assim como os menores valores de mesoagregados nesse tratamento nas três profundidades, exceto para 0-5 (igual a DL+NPK) e 5-10 (igual a DL100), e menores de microagregados em 5-10 cm (Figura 1), corroboram com os maiores valores de DMP e DMG em comparação a AQ e, Test e AQ, respectivamente.

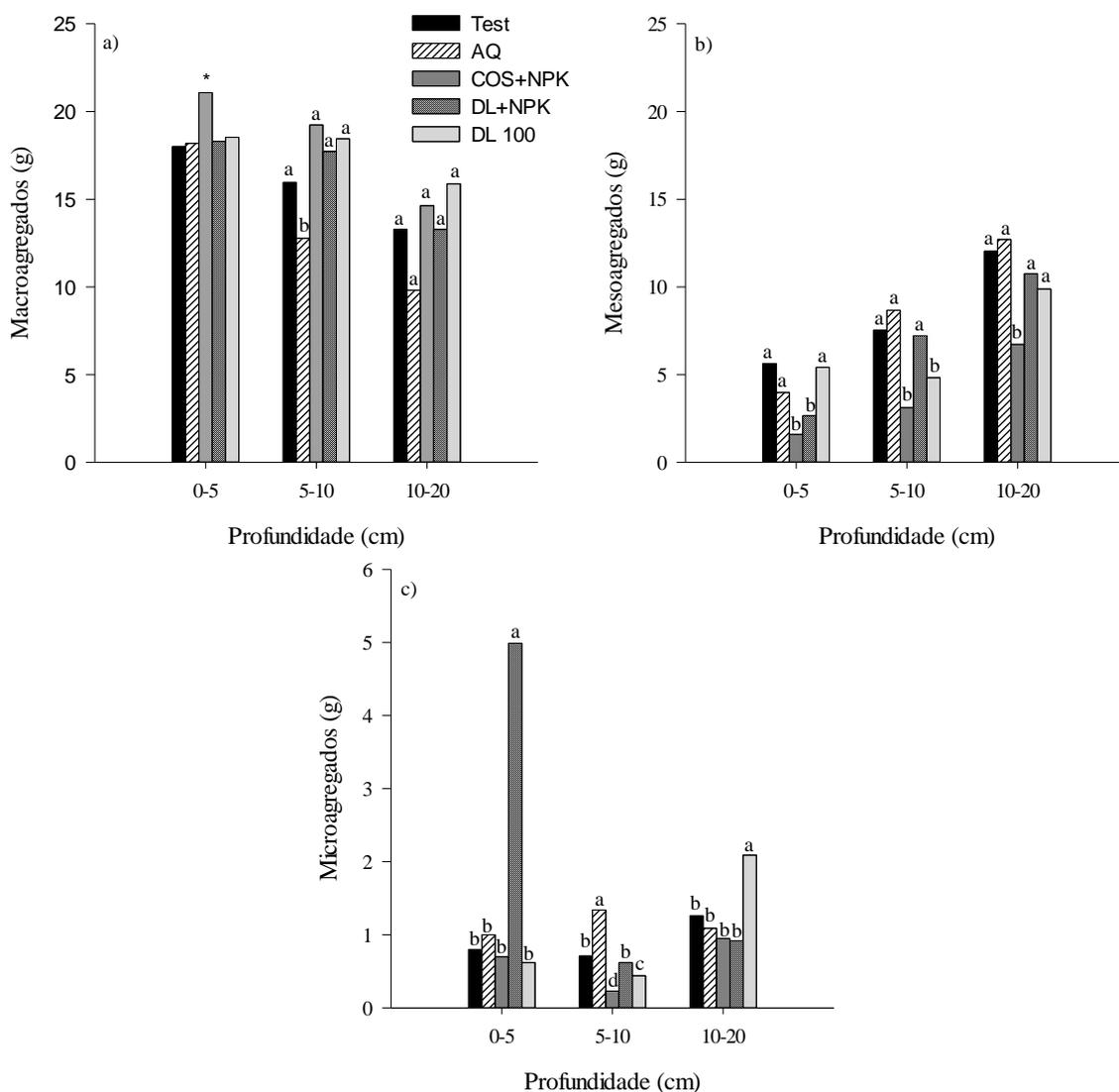


Figura 1. Distribuição dos agregados estáveis em água (macro, meso e microagregados) nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 centímetros em solo submetido a diferentes fontes de adubação em Braço do Norte, SC. Test = Testemunha, sem adubação; AQ = Adubação química; COS+NPK = Composto orgânico de suínos + adubação química; DL+NPK = Dejeito líquido de suínos + adubação química; DL100 = Dejeito líquido de suínos para a recomendação de N para a cultura do milho. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, para a mesma profundidade, pelo Teste F a 5% de probabilidade. * = tratamentos não apresentaram diferenças significativas pelo Teste F a 5% de probabilidade.

De maneira geral observa-se que mesmo nas profundidades que não apresentaram diferenças significativas pelo Teste F a 5% de probabilidade (Tabela 2 e Figura 1a), que o tratamento com COS+NPK apresentou, proporcionalmente aos demais tratamentos, valores maiores de DMP, DMG e macroagregados. Isto indica que a COS+NPK, por ter maior conteúdo de MS (Tabela 1), favorece ao maior aporte de material orgânico, acarretando em maiores teores de COT, o que beneficia a formação de macroagregados, culminando em maiores índices de agregação. Segundo Loss et al. (2011), a agregação do solo representa

um bom indicador de qualidade física do solo, principalmente os agregados maiores que 2,00 mm.

Avaliando aos efeitos da adubação mineral (120 kg ha^{-1} de uréia), orgânica (esterco bovino, equivalente a $4 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) e da adição de resíduos vegetais de crotalária, leucena e milho, sobre a estabilidade dos agregados e o COT nos agregados, Fonte et al. (2009) concluíram que a adubação mineral acelera a decomposição dos agentes orgânicos dentro dos agregados, com ênfase na diminuição da matéria orgânica particulada, o que ocasionou a diminuição da estabilidade dos agregados, sobretudo na diminuição dos macroagregados ($8,00 < \emptyset \leq 2,0 \text{ mm}$) e aumento dos microagregados ($0,25 < \emptyset \leq 0,53 \text{ mm}$), corroborando com os resultados encontrados na Figura 2, onde o tratamento com AQ apresentou os menores valores de macroagregados e os maiores valores de microagregados, na profundidade de 5-10 cm.

No tratamento com COS+NPK, por apresentar maior quantidade de matéria seca (COMIN et al., 2013) e maior relação C/N (GIACOMINI e AITA, 2008), o efeito da agregação é mais duradouro, gerando agregados mais estáveis e, conseqüentemente, menores massas de agregados de menor tamanho. Enquanto nos dejetos líquidos, que apresentam baixa quantidade de MS (COMIN et al., 2013) e baixa relação C/N (GIACOMINI e AITA, 2008), o efeito na estruturação do solo será mais temporário em comparação ao tratamento com COS+NPK. Porém, quando se compara o efeito do uso dos DLS com a testemunha, verifica-se que, de maneira geral, para ambas as doses, tem-se valores menores ou iguais aos encontrados na Testemunha para meso e microagregados (Figura 1b, c), valores iguais de DMP e maiores valores de DMG (Tabela 2, 5-10 cm), indicando que o uso de dejetos líquidos associados ao SPD aumenta o efeito da agregação, apresentando macroagregados mais estáveis e, conseqüentemente, menores massas de meso e microagregados.

Em relação ao COT, não foram verificadas diferenças estatísticas entre os tratamentos na profundidade de 0-5 cm. Assim como, não foram encontradas diferenças significativas pelo Teste F a 5% de probabilidade para a profundidade de 10-20 cm (Figura 2). Entretanto, o tratamento COS+NPK apresentou 29% a mais de COT do que o tratamento Test e 13% a mais que o tratamento AQ. Já na profundidade de 10-20 cm, o tratamento com DL+NPK apresentou 31 e 27 % a mais que COS+NPK e DL100, respectivamente. Na profundidade de 5-10 cm, os tratamentos DL+NPK e DL100 apresentaram maiores teores de COT em comparação a Test, AQ e COS+NPK. Para o NT,

verificaram-se diferenças significativas somente na profundidade de 0-5 cm, com maiores valores para os tratamentos AQ, COS+NPK e DL+NPK em comparação a DL100 e Test (Figura 2).

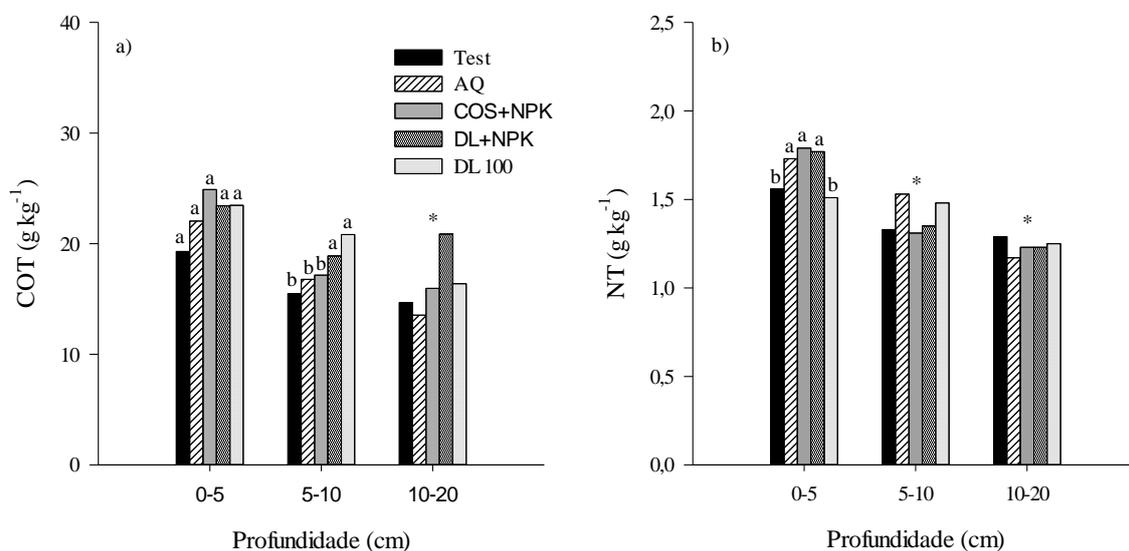


Figura 2. Teores de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT), em g kg^{-1} , nas profundidades de 0- 5, 5-10 e 10-20 centímetros em solo submetido a diferentes fontes de adubação em Braço do Norte, SC. Test = Testemunha, sem adubação; AQ = Adubação química; COS+NPK = Composto orgânico de suínos + adubação química; DL+NPK= Dejeito líquido de suínos + adubação química; DL100 = Dejeito líquido de suínos para a recomendação de N para a cultura do milho. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, para a mesma profundidade, pelo Teste F a 5% de probabilidade. * = tratamentos não apresentaram diferenças significativas pelo Teste F a 5% de probabilidade.

Os maiores teores de COT e NT encontrados na superfície (0-5 cm) comparativamente às demais profundidades em todos os tratamentos demonstra um padrão no qual há um efeito combinado da adição de resíduos vegetais (milho + aveia-preta) na superfície do solo e a aplicação de dejetos de suínos sem incorporação. Para o COT, destaca-se o efeito maior para o tratamento com COS+NPK em 0-5 cm, numericamente, porém na profundidade de 5- 10 cm, o aumento dos teores de COT nos solos com aplicação de dejeito líquido de suínos podem ser explicados pelo fato de que esses adubos, por se apresentarem na forma líquida, proporcionam uma maior infiltração ao longo do perfil do solo, culminando em um maior teor de COT em profundidade, em comparação com os demais tratamentos, o que também pode explicar a maior proporção de COT encontrado no tratamento com DLlim para 10-20 cm em comparação aos tratamentos Test e AQ.

Para o NT, o uso da AQ com uréia aumentou os teores de N na profundidade de 0-5 cm, porém quando fez-se aplicação conjunta do N mineral com os dejetos suínos (COS+NPK e DLS), verificou-se que foi mais eficiente para aumentar os teores de NT em comparação a somente o uso de DL100 e a Testemunha. Estes resultados podem ser explicados pelo maior teor de matéria seca das culturas nos tratamentos com aplicações de dejetos (CERETTA et al., 2005; MAFRA et al., 2014), bem como o uso do SPD, o que proporcionou um aumento nos níveis de MOS, como observado por Lourenzi et al. (2011). Isso ocorre pelo fato do NT está intimamente relacionado com os níveis de COT, como afirma Baldi et al. (2010). Estes autores, estudando diferentes fontes de nutrientes durante oito anos, observaram que o aumento do COT promoveu um aumento no NT, com uma correlação de 94%. No entanto, a aplicação continuada de dejetos suínos no solo nem sempre aumenta os teores de COT e NT (SCHERER et al., 2010; MAFRA et al., 2015). Entretanto, o aumento da produção de fitomassa em SPD (SARTOR et al., 2012; MAFRA et al., 2014), nos quais os dejetos são empregados na adubação das culturas, pode promover o incremento das frações da MOS em médio e longo prazo (KARHU et al., 2012; MAFRA et al., 2015), com destaque para o COT e NT.

Os maiores valores de pH em água, na profundidade de 0-5 cm, foram verificados nos tratamentos COS+NPK, Test e DL100, enquanto que os tratamentos AQ e DL+NPK apresentaram os menores valores. Para a profundidade de 5-10 cm, os maiores valores de pH em água foram encontrados nos tratamentos COS+NPK e AQ, ao passo que os tratamentos DL100, DL+NPK e Test, apresentaram os menores valores. Na profundidade de 10-20 cm, não foram verificadas diferenças significativas pelo Teste F a 5% entre os tratamentos (Tabela 3). O tratamento Test apresentou os menores valores de de H+Al em todas as profundidades avaliadas. Para o Al trocável, os tratamentos COS+NPK, DL100 e Test apresentaram os menores valores em 0-5 cm. Na profundidade de 5-10 cm, verificou-se que o tratamento Test apresentou o maior valor, enquanto que na profundidade de 10-20 cm, os tratamentos Test e DL+NPK apresentaram os maiores valores de Al. Para Ca trocável, os tratamentos COS+NPK e DL100 apresentaram os maiores teores, para a profundidade de 0- 5 cm, ao passo que na profundidade de 5-10 cm, os tratamentos DL100, Test e AQ apresentaram os maiores teores. Para a profundidade de 10-20 cm, apenas o tratamento DL100 apresentou o maior teor de Ca, diferindo dos demais tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios dos atributos químicos avaliados em solo submetido a diferentes fontes de adubação em Braço do Norte, SC.

Tratamentos	pH em Água	H+Al	Al	Ca	Mg	K	P
		-----cmol _c dm ⁻³ -----				-----mg kg ⁻¹ -----	
0-5 cm							
Test	5,12 a	1,80 b	0,25 b	2,22 b	1,27 ^{NS}	99,16 ^{NS}	28,75 c
AQ	4,68 b	5,29 a	0,42 a	2,48 b	1,08	95,77	33,66 c
COS+NPK	5,33 a	4,55 a	0,13 b	2,99 a	1,86	118,04	95,41 a
DL+NPK	4,75 b	5,17 a	0,36 a	2,21 b	1,34	130,36	39,67 c
DL100	5,22 a	4,45 a	0,14 b	2,75 a	1,36	138,66	74,07 b
CV (%)	6,06	29,95	35,33	10,60	28,66	31,24	16,28
5-10 cm							
Test	4,87 b	2,17 b	1,07 a	2,50 a	1,33 ^{NS}	51,62 b	14,56 b
AQ	5,16 a	5,06 a	0,39 b	2,61 a	1,10	41,09 b	17,31 b
COS+NPK	5,78 a	3,91 a	0,26 b	2,11 b	1,13	54,38 b	30,14 a
DL+NPK	4,92 b	5,30 a	0,44 b	1,57 c	1,08	43,90 b	20,76 b
DL100	4,95 b	5,43 a	0,35 b	2,48 a	1,18	116,17a	19,62 b
CV (%)	2,90	23,79	27,48	4,69	17,04	24,76	14,12
10-20 cm							
Test	4,96 ^{NS}	1,85 c	0,89 a	1,30 b	0,57 b	40,34 ^{NS}	10,77 c
AQ	4,96	5,32 a	0,64 b	1,60 b	0,65 b	25,48	15,79 b
COS+NPK	5,27	3,93 b	0,37 b	1,54 b	0,92 a	34,07	12,44 c
DL+NPK	4,7	5,81 a	0,89 a	0,94 b	0,52 b	44,59	26,19 a
DL100	4,86	5,82 a	0,61 b	2,30 a	0,83 a	54,65	17,51 b
CV (%)	6,11	25,43	30,85	21,64	24,22	44,76	14,85

Test = Testemunha, sem adubação; AQ = Adubação química; COS = Composto orgânico de suínos + adubação química; DL+NPK = Dejeito líquido de suínos + adubação química; DL100 = Dejeito líquido de suínos para a recomendação de N para a cultura do milho. CV = Coeficiente de variação. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste F a 5% de probabilidade. NS = tratamentos não apresentaram diferenças significativas pelo Teste F a 5% de probabilidade.

Para o Mg trocável, somente observaram-se diferenças significativas para a profundidade de 10-20 cm, com os tratamentos COS+NPK e DL100 apresentando os maiores teores. Somente para a profundidade de 5-10 cm observaram-se diferenças significativas para K trocável, com o tratamento DL100 apresentando o maior teor. Para o P disponível, o tratamento COS+NPK apresentou os maiores valores para as profundidades de 0-5 e 5-10 cm, sendo que para 0-5 cm, o tratamento DL100 apresentou maiores valores que os tratamentos Test, AQ e DL+NPK. Na profundidade de 10-20 cm verificaram-se os menores teores de P nos tratamentos Test e COS+NPK, ao passo que o tratamento DL+NPK apresentou o maior teor do elemento, diferindo dos tratamentos DL100 e AQ, que apresentaram valores intermediários (Tabela 3).

Os maiores valores de pH em água no tratamento COS+NPK nas profundidades de 0-5 e 5-10 cm indicam que o uso desse material é eficiente em aumentar o pH do solo

(BRUNETTO et al., 2012). A cama sobreposta de suínos, por ser um material sólido e com maior matéria seca que os dejetos líquidos de suínos (COMIN et al., 2013), tende a ter maiores teores de carbonato, promovendo assim o consumo de H^+ , após ser dissolvido no solo, refletindo em um aumento nos valores de pH em água (WHALEN et al., 2000; ANAMI et al., 2008). Já os maiores valores de $H+Al$ nas áreas com dejetos e AQ podem ser associados ao aumento da biomassa nessas áreas, devido ao uso da adubação química e dos dejetos, somados ao SPD, o que favorece o aumento do material orgânico sobre o solo. Este material, ao ser decomposto pela biota do solo, pode acidificar o solo através da liberação de íons H^+ pela liberação de ácidos orgânicos de baixo peso molecular e reações específicas (MEURER, 2012), o que pode explicar os altos valores de $H+Al$. Os valores de Al são todos inferiores a $1,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, exceto para a Test em 5-10 cm. Isto implica em que a maior parte dos valores de $H+Al$ são de H^+ , e maiores concentrações de H^+ refletem em valores mais baixos de pH em água e também nas maiores concentrações de alumínio trocável (BRUNETTO et al. 2012), conforme apresentado na Tabela 3.

Adições de carbono ao solo, via compostos orgânicos, como no caso da cama sobreposta de suínos e dos dejetos líquidos de suínos, pode ajudar na complexação do alumínio, especialmente devido ao aumento dos teores de ácidos fúlvicos e húmicos (dados não apresentados), já que esses são muito reativos no solo (STEVENSON, 1994). Isto pode justificar os menores valores de Al trocável em COS+NPK e DL100 na profundidade de 0-5 cm em comparação aos tratamentos AQ e DL+NPK. O uso da adubação química favorece a mineralização da MOS, e por meio das reações de nitrificação, tem-se H^+ liberados para o solo, diminuindo o pH na superfície do solo.

De maneira geral, os maiores teores de Ca encontrados na profundidade de 0-5 cm, e Mg em 10-20 cm, atribui-se, em parte, pela calagem realizada em toda a área, antes da instalação do experimento, e também pela adição de nutrientes via fontes orgânicas, composto orgânico e dejetos líquidos de suínos, que possuem Ca e Mg em sua composição, corroborando com Brunetto et al. (2012). Ainda, de maneira geral, os maiores teores de Ca para os tratamentos CSS e DL100 nas profundidades de 5-10 e 10-20, e de Mg na profundidade de 10-20 para o tratamento COS+NPK e DL100, podem ser explicados devido a fatores como a percolação de compostos orgânicos solúveis em água e a manutenção de bioporos no SPD, uma vez que o SPD aliado com plantas de cobertura (aveia) favorece a formação desses canais pelo crescimento e deteriorização das raízes das plantas (KAMINSKI et al., 2005).

De maneira geral, os dados de K trocável foram proporcionalmente maiores nos tratamentos com aplicação de adubos orgânicos, como composto orgânico e dejetos líquidos de suínos, na profundidade de 0-5 cm, em especial no tratamento DL100, para 5-10 cm de profundidade. Esses resultados podem ser explicados em parte pela dosagem de dejetos que é aplicada nesse tratamento, associado aos altos valores de K que contem nos dejetos suínos (Tabela 1). Os maiores teores de P encontrados na camada superficial para COS+NPK e DL100, assim como COS+NPK em 5-10 cm, indicam que esses dejetos são ricos nesse nutriente e evidenciam que se deve atentar para o potencial poluente do P no ambiente, evitando-se a aplicação de altas doses de compostos orgânicos, como COS+NPK e DLS, em pequenas áreas, sem recomendação técnica específica, e adotando-se medidas técnicas que permitam maior taxa de infiltração da água no solo, e sistemas de culturas que proporcionem a produção e manutenção de altas quantidades de resíduos vegetais sobre a superfície do solo, são importantes para diminuir o escoamento superficial (CERETTA et al., 2003), e o transporte de nutrientes a corpos d'água superficiais.

O maior valor para saturação por bases foi encontrado no tratamento Test para todas as profundidades avaliadas, diferindo dos demais. Para as camadas de 5-10 e 10-20 centímetros o tratamento com DL+NPK apresentou os menores valores de saturação por bases, diferindo dos demais tratamentos. Na camada de 0-5 centímetros observaram-se os maiores valores de saturação por alumínio nos tratamentos AQ, DL+NPK e Test, respectivamente, diferindo dos tratamentos CSS e DL100, que apresentaram os menores valores. Em relação a CTC a pH 7,0 para as camadas de 0-5 e 10-20 centímetros, o tratamento Test apresentou o menor valor, diferindo dos demais tratamentos. Para a camada de 5-10 centímetros, verificaram-se os menores valores de CTC a pH 7,0 para os tratamentos Test, COS+NPK e DL+NPK, diferindo dos demais tratamentos, que apresentaram os maiores valores. Com relação a CTC efetiva, o tratamento COS+NPK apresentou o maior valor, ao passo que os demais tratamentos, os menores valores. Na camada de 5-10 centímetros, o tratamento Test apresentou o maior valor, diferindo dos demais tratamentos. Os tratamentos DL100 e AQ, apesar de inferiores à Test, apresentaram maior $CTC_{efetiva}$ em comparação ao COS+NPK e ao DL+NPK, sendo este último o que apresentou o menor valor. (Figura 3).

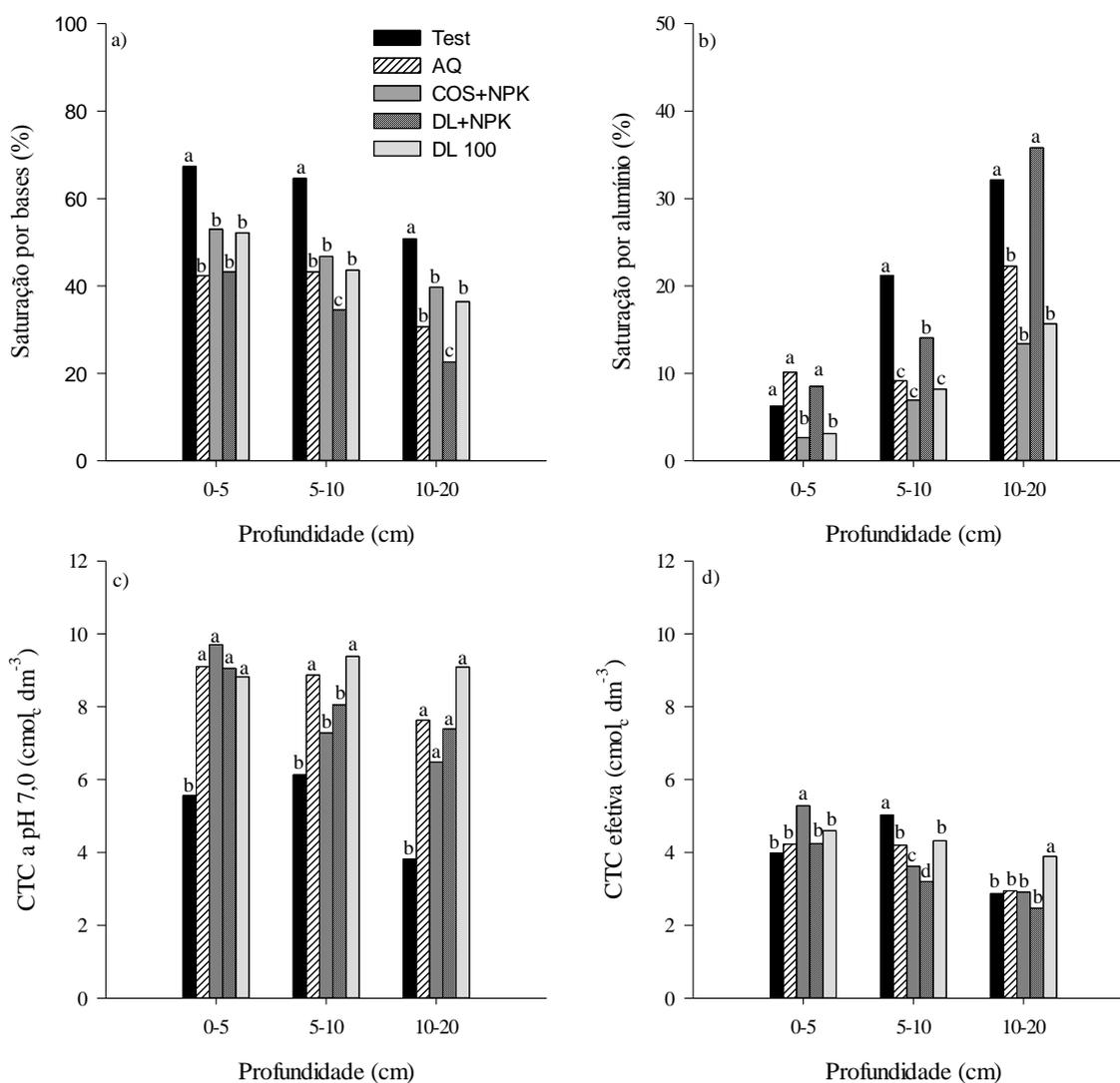


Figura 3. Valores de saturação por bases e saturação por alumínio, em porcentagem (%), e capacidade de troca de cátions (CTC) a pH 7,0 e CTC efetiva, em cmolc dm^{-3} , em solo submetido a diferentes fontes de adubação em Braço do Norte, SC. Test = Testemunha, sem adubação; AQ = Adubação química; COS + NPK = Cama sobreposta de suínos + adubação química; DL + NPK = Dejeito líquido de suínos + adubação química; DL100 = Dejeito líquido de suínos para a recomendação de N para a cultura do milho. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, para a mesma profundidade, pelo Teste F a 5% de probabilidade. * = tratamentos não apresentaram diferenças significativas pelo Teste F a 5% de probabilidade.

Observa-se que para todos os tratamentos, a saturação por bases foi maior nas camadas superficiais, o que pode ser atribuído, segundo Brunetto et al (2012), aos maiores teores de COT em superfície, o que potencializa a adsorção de cátions, como por exemplo, Ca e Mg, aplicado ao solo junto aos tratamentos. Entretanto, segundo a Comissão de Química e Fertilidade do Solo (2004), os valores de saturação por bases, para todos os tratamentos com adubos minerais e orgânicos, e camadas avaliadas se encontram abaixo de

65%, sendo necessária a realização de uma calagem. Abaixo de 5 cm de profundidade, os valores de saturação de Al se mantiveram maiores do que em superfície, mesmo com a aplicação de adubos orgânicos. Isso mostra que é possível, em muitos casos, obter maior eficiência no uso de adubos orgânicos associando-se à prática da calagem (CERETTA et al., 2003). De maneira geral, os maiores valores para CTC a pH 7,0 em todas as camadas podem estar associadas aos maiores teores de COT, corroborando com Scherer et al. (2007) e Brunetto et al. (2012), resultando em uma maior absorção de cátions, como por exemplo, Ca e Mg trocáveis. Os maiores valores para CTC efetiva nas camadas de 0 a 5 e 5 a 10 centímetros, podem ser explicados pelos maiores teores de Ca e Mg nessas camadas, devido a aplicação de calcário efetuada na implantação do experimento, elevando os teores de Ca e Mg nessas camadas. Já os menores teores para CTC efetiva em profundidade (10 a 20 cm) podem ser explicados pelos menores teores de K, Ca e Mg encontrados para essa profundidade (Tabela 1).

Os dejetos suínos, como relatado anteriormente, apresentam altos teores de Ca e Mg em sua composição, originários especialmente de alimentos consumidos pelos animais e não absorvidos pelo trato digestivo dos animais. Desse modo, solo tratados com dejetos suínos por algum tempo, tendem a ter um aumento dos teores trocáveis desses elementos no perfil do solo (CERETTA et al., 2003; ASSMANN et al., 2007; BRUNETTO et al., 2012), principalmente pela migração de íons, como aqueles ligados às substâncias orgânicas (KAMISNKI et al., 2005). Desse modo, há um aumento da soma de bases ao longo do perfil do solo, levando a um aumento da CTC_{efetiva}, aumentando a saturação por bases e a diminuição da saturação por alumínio (BRUNETTO et al., 2012).

Conclusões

O uso de dejetos suínos durante dois anos em solo de textura média aumentou a formação de macroagregados, culminando em maiores índices de DMP em relação ao tratamento com AQ, e maiores de DMG em relação á AQ e a Testemunha, ambos na profundidade de 5-10 cm.

Os tratamentos com DLS proporcionaram aumentos nos teores de COT em comparação aos demais tratamentos (5-10 cm), assim como o uso da AQ, COS+NPK e DL+NPK, aumentaram os teores de NT em comparação a Testemunha e DL100 (0-5 cm).

De maneira geral, os tratamentos com aplicação de dejetos de suínos e AQ aumentaram os teores de H+Al e diminuíram os de Al (0-20 cm), assim como aumentaram

a CTC pH 7,0 (0-5 e 5-10 cm), em comparação à Testemunha. O uso de COS+NPK e DL100 aumentaram o Ca e o P na profundidade de 0-5 cm em comparação a AQ, Testemunha e DL+NPK.

Referências

ANAMI, M. H.; SAMPAIO, S. C.; SUSZEK, M.; DAMASCENO, S.; QUEIROZ, M. M. F. Deslocamento de nitrato e fosfato proveniente de água residuária da suinocultura em colunas de solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, p.75-80, 2008.

ASSMANN, T.S.; ASSMANN, J.M.; CASSOL, L.C.; DIEHL, R.C.; MANTELI, C. & MAGIERO, E.C. Desempenho da mistura forrageira de aveia-preta mais azevém e atributos químicos do solo em função da aplicação de esterco líquido de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 1515-1523, 2007.

BALDI, E.; TOSELLI, M.; MARCOLINI, G.; QUARTIERI, M.; CIRILLO, E.; INNOCENTI, A. & MARANGONI, B. Compost can successfully replace mineral fertilizers in the nutrient management of commercial peach orchard. **Soil Use Management**, v.26, p.346-353, 2010.

CASSOL, P.C.; SILVA, D.C.P.R.; ERNANI, P.R.; KLAUBERG FILHO, O. & LUCRECIO, W. Atributos químicos em Latossolo Vermelho fertilizado com dejetos suíno e adubo solúvel. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.10, p.103-112, 2011.

CASSOL, P. C.; COSTA, A. C.; CIPRANDI, O.; PANDOLFO, C. M.; ERNANI, P. R. Disponibilidade de macronutrientes e rendimento de milho em latossolo fertilizado com dejetos suíno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, n.6, p. 1911-1923, 2012.

CERETTA, C. A. Fracionamento de N orgânico, substâncias húmicas e caracterização de ácidos húmicos de solo em sistemas de cultura sob plantio direto. 1995. 127 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.

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

CERETTA, F. LORENSINI, G. BRUNETTO, E. GIROTTO, L.C. GATIBONI, C.R. LOURENZI, T.L. TIECHER, L. DE CONTI, G. TRENTIN, A. e MIOTTO. Frações de

fósforo no solo após sucessivas aplicações de dejetos de suínos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p. 593–602, 2010.

COMIN, J.J.; LOSS, A.; VEIGA, M.; GUARDINI, R.; SCHMITT, D. E.; VICTORIA DE OLIVEIRA, P.A.; FILHO, P.B.; COUTO, R.R.; BENEDET, L.; M'LLER, V.; 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**, v.51, p.459-470, 2013.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS-RS/SC. Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Porto Alegre, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul**, 400p., 2004.

COSTA JUNIOR, C.; PÍCCOLO, M. C.; NETO, M. S.; CAMARGO, P. B.; CERRI, C. C.; BERNOUX, M. Carbono em agregados do solo sob vegetação nativa, pastagem e sistemas agrícolas no bioma cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 36, p. 1311-1321, 2012.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p. (Embrapa-CNPS. Documentos, 1).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Rio de Janeiro, 2013. 306p.

FATMA - Fundação do Meio Ambiente. Instrução Normativa IN-11. Portaria Intersectorial nº01/04, de 24.03.2004. Florianópolis: FATMA, 2004a. Disponível em: <http://www.fatma.sc.gov.br/conteudo/instrucoes-normativas>. Acesso em: 03-12-2015,

FATMA - Fundação do Meio Ambiente. Instrução Normativa IN-41. Portaria Intersectorial nº01/04, de 24.03.2004. Florianópolis: FATMA, 2004b. Disponível em: http://www.fatma.sc.gov.br/site_antigo/downloads/images/stories/Instrucao%20Normativa/IN%2041/in_41.pdf. Acesso em 03-12-2015.

FONTE, S. J.; YEBOAH, E.; OFORI, P.; QUANSAH, G. W.; VANLAUWE, B.; et al. Fertilizer and residue quality effects on organic matter stabilization in soil aggregates. **Soil Biology and Biochemistry**, v,73, p.961–966, 2009.

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 pig litter in a no-tillage system. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 93, p. 215–225, 2012.

KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D.S.; GATIBONI, L.C.; BRUNETTO, G. & SILVA, L.S. Eficiência da calagem superficial e incorporada precedendo o sistema plantio direto em um Argissolo sob pastagem natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.573-580, 2005.

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.

KEMPER, W. D.; CHEPIL, W. S. Size distribution of aggregation. In: BLACK, C. A. Methods of soil analysis. Madison, American Society Agronomy, p. 499-510, 1965. (Agronomy Monograph, 9).

KIRCHMANN, H. Animal and municipal organic wastes and water quality. In: LAL, R. & STEWART, A.B. Soil processes and water quality. Madison, American Society of Agronomy, p.163-232, 1994.

KONZEN, E.A. **Fertilizacao de lavoura e pastagem com dejetos suínos e cama de aves**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003b. 10p. (Circular Tecnica, 31).

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; GIACOMO, S. G.; PERIN, A.; ANJOS, L. H. C. Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1269-1276, 2011.

LOURENZI, C.R.; CERETTA, C.A.; SILVA, L.S.; TRENTIN, G.; GIROTTI, E.; LORENSINI, F.; TIECHER, T.L. & BRUNETTO, G. Soil chemical properties related to acidity under successive pig slurry applications. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p.1827-1836, 2011.

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 líquidos de suínos e cultivado em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.49, p.630-638, 2014.

MAFRA, M. S. H.; CASSOL, P. C.; ALBUQUERQUE, J. A.; GROHSKOPF, M. A.; ANDRADE, A. P.; RAUBER, L. P.; FRIEDERICHS, A. Organic carbon contents and stocks in particle size fractions of a Typic Hapludox fertilized with pig slurry and soluble fertilizer. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.39, p.1161-1171, 2015.

MATOS, E. S.; MENDONÇA, E. S.; LEITE, L. F. C.; GALVÃO, J. C. C. Estabilidade de agregados e distribuição de carbono e nutrientes em Argissolo sob adubação orgânica e mineral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.1221-1230, 2008.

- OLIVEIRA, P. A. V.; HIGARASHI, M. M; Unidade de Compostagem para o tratamento dos dejetos de Suínos. Série Documentos DOC-114, Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves. 2006.
- ROBOREDO, M.; FANGUEIRO, D.; LAGE, S.; COUTINHO, J. Phosphorus dynamics in soils amended with acidified pig slurry and derived solid fraction. **Geoderma**, v.189–190, p.328–333, 2012.
- SARTOR, L. R.; ASSMANN, A. L.; ASSMANN, T. S.; BIGOLIN, P. E.; MIYAZAWA, M.; CARVALHO, P. C. F. Produtividade de milho, feijão, soja e trigo em função da aplicação de dejetos líquidos de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, p.661-669, 2012.
- SCHEFFER-BASSO, S.M.; SCHERER, C.V.; ELWANGER, M. Resposta de pastagens perenes à adubação com chorume suíno: pastagem natural. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.221-227, 2008.
- SCHERER, E. E.; NESI, C. N.; MASSOTTI, Z. Atributos químicos do solo influenciados por sucessivas aplicações de dejetos suínos em áreas agrícolas da Região Oeste Catarinense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.1375-1383, 2010.
- SOUZA, I. A.; RIBEIRO, K. G.; ROCHA, W. W.; PEREIRA, O. G.; CECON, P. R. Physical properties of a red-yellow latosol and productivity of a signalgrass pasture fertilized with increasing nitrogen doses. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, p.1549-1556, 2013.
- TEDESCO, M.J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, 1995. 174p. (Boletim Técnico de Solos, 5).
- VIDIGAL S. M.; SEDIYAMA, M. A. N.; PEDROSA, M. W.; SANTOS, M. R. Produtividade de cebola em cultivo orgânico utilizando composto à base de dejetos de suínos. **Horticultura Brasileira**, v.28, n.2, p.168-173, 2010.
- WHALEN, J.K.; CHANG, C.; CLAYTON, G. W.; CAREFOOT, J. P.; Cattle manure amendments can increase the pH of acid soils. **Soil Science Society of America Journal**, v.64, p.962-966, 2000.
- YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communication in Soil Science Plant Analise**, v.19, p.1467-1476, 1988.

YODER, R.E. A direct method of aggregate analysis of soil and a study of the physical nature of erosion losses. **Journal of the American Society of Agronomy**, v.28, p.337-351, 1936.