



Agregação do solo em sistemas integrados de produção agropecuária sob plantio direto⁽¹⁾.

Carin Sgobi Zanchi⁽²⁾; Edicarlos Damacena Souza⁽³⁾; Helder Barbosa Paulino⁽⁴⁾; Francine Damian da Silva⁽³⁾; Leandro Pereira Pacheco⁽³⁾; Marco Aurélio Carbone Carneiro⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da AGRISUS, CNPq e CAPES.

⁽²⁾ Estudante; Universidade Federal de Mato Grosso; Rondonópolis, Mato Grosso; E-mail: carin_zanchi@hotmail.com;

⁽³⁾ Professor; Universidade Federal de Mato Grosso; ⁽⁴⁾ Professor, Universidade Federal de Goiás; ⁽⁵⁾ Professor; Universidade Federal de Lavras.

RESUMO: O intenso pisoteio animal promove um rearranjo no diâmetro médio dos agregados que compõem a estrutura do solo ocasionando sua compactação. Neste contexto, os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) aliado ao plantio direto tem sido uma alternativa para reverter situações de degradação do solo. Este trabalho tem por objetivo avaliar a dinâmica dos agregados quando submetidos a diferentes intensidades de pastejo em SIPA sob Plantio Direto. O experimento foi iniciado em fevereiro de 2010, em um Latossolo Vermelho distrófico, após colheita da soja. Os tratamentos constaram de alturas de manejo da pastagem (*Urochloa ruziziensis*): 25, 35 e 45 cm de altura, sendo, respectivamente, alta, moderada e baixa intensidade de pastejo, alternando bovinos jovens e bovinos adultos, e sem pastejo, em delineamento de blocos ao acaso. Para avaliar os agregados, foram amostrados solo nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm. Intensidades de pastejo moderada (35 cm de altura de pasto) promove acréscimo na concentração de matéria orgânica que contribui para o aumento do diâmetro médio ponderado dos agregados. Na alta intensidade de pastejo (25 cm), houve redução na matéria orgânica afetando o diâmetro médio ponderado dos agregados nas camadas superficiais.

Termos de indexação: carbono orgânico total, intensidade de pastejo, compactação.

INTRODUÇÃO

Os solos agrícolas brasileiro encontram-se atualmente em situação de degradação, sendo a compactação apontada como a principal causa (Canillas & Salokhe, 2002). A compactação ocorre, comumente, em virtude do tráfego de máquinas agrícolas (Flowers & Lal, 1998) e, ou de pisoteio de animais (Albuquerque et al., 2001) em função das condições inadequadas de manejo.

Neste contexto, os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA), coloquialmente conhecidos como Integração Lavoura-Pecuária, aliado ao plantio direto tem sido uma alternativa

para reverter situações de degradação do solo. O SIPA nada mais é que integrar em uma mesma área de forma harmônica, rotacionando, consorciando ou sucedendo as atividades agrícolas e pecuárias, de modo que a produção animal não prejudique a produção de grãos e vice-versa. Assim, deve-se atentar sempre para que haja sinergismo entre os componentes (Macedo et al., 2010).

A introdução de animais nos sistemas agrícolas gera preocupação e questionamentos quanto aos possíveis impactos nas propriedades físicas do solo, sobretudo na agregação de partículas (Correa & Reichardt, 1995) que são responsáveis pela estruturação do solo (Coutinho et al., 2010).

De acordo com Corrêa et al. (2009) a matéria orgânica e óxidos de ferro atuam como agentes cimentantes que unem as partículas do solo aumentando a estabilidade dos agregados.

A incoerência no manejo da intensidade com que os animais pastejam podem exceder a capacidade do solo em resistir as forças compactantes promovendo um rearranjo no diâmetro dos agregados.

Como consequência, há uma diminuição na porosidade e aeração, aumento na densidade (Dias Júnior & Pierce, 1996), redução da condutividade hidráulica (Dexte, 2004), menor resistência à compressão e maior resistência ao crescimento radicular (Leão, 2002).

Uma melhor compressão dos efeitos do pastejo nos agregados do solo é necessária, para identificar intensidades de pastejo que mantenham ou melhorem a qualidade do solo, com um manejo sustentável, em SIPA.

Diante do exposto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a dinâmica dos agregados quando submetidos a diferentes intensidades de pastejo em SIPA sob Plantio Direto.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em área experimental da Universidade Federal de Goiás, Campus de Jataí (17° 56' 57" S e 51° 43' 18" W;



800 metros de altitude). O clima é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, com duas estações bem definidas, sendo verão chuvoso e o inverno seco. O solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, textura argilosa e o relevo levemente ondulado.

No decorrer dos últimos 10 anos, a área descrita era utilizada com pastagem de *Urochloa decumbens*, a qual era pastejada com bovinos sob alta intensidade de pastejo. Neste tempo, nunca foi feito correção do solo e adubação, sendo claro os sinais de degradação.

No ano de 2009, antes da implantação do primeiro ciclo da soja, foi realizada uma aplicação de calcário dolomítico em toda área, na dosagem de 2,5 Mg ha⁻¹ com PRNT de 80%, aplicados a lanço, seguido de uma aração e duas gradagens para incorporação.

A área total do experimento é de aproximadamente 22 ha, a qual foi dividida em nove unidades experimentais (piquetes) com tamanhos aproximados de 2 ha cada. Os tratamentos constaram de diferentes intensidades de manejo da pastagem: 25, 35, 45 cm, sendo, respectivamente, alta, moderada e baixa intensidade, distribuídos num delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições. Além disso, duas áreas controle (sem pastejo) com presença de *Urochloa* entre os blocos, totalizando assim, 11 unidades experimentais, sendo estas separadas por cerca elétrica de três fios. Foi utilizado um corredor lateral para manejar os animais, caso necessário.

Desde o início do experimento, é realizado anualmente, a semeadura da cultura da soja (cultivar Anta RR) sempre em outubro, a qual é semeada com aplicação de 350 kg ha⁻¹ de adubo formulado NPK 02-18-18, com espaçamento de 45 cm e uma população de aproximadamente 340.000 plantas ha⁻¹. Os tratos culturais são realizados conforme recomendações sendo que a colheita ocorre, normalmente, no início do mês de fevereiro de cada ano.

No mês de fevereiro de 2010, após a colheita da soja, iniciou-se, efetivamente, o experimento com estabelecimento da *Urochloa ruziziensis*, a qual foi semeada a lanço na dose de 20 kg ha⁻¹ com Valor Cultural de 65%, sendo manejada sem adubação e tratos culturais.

A partir de então, a altura da pastagem é acompanhada a cada 14 dias pelo método *Sward Stick* (Bircham, 1981). Os animais entravam na área quando a pastagem atingia um acúmulo médio de 4.000 kg de MS ha⁻¹ em todos os tratamentos e eram mantidos até que se atingissem a altura desejada, após reduz-se a quantidade de animais para que a altura fosse

mantida até o final do ciclo de pastejo. De forma geral, os animais iniciam o ciclo de pastejo na primeira quinzena de julho e são mantidos até o início de outubro. Foram utilizados bovinos em torno de 12 meses ou bovinos adultos.

Após a retirada dos animais, a pastagem é dessecada com aplicação de glifosato (Roundup) na dose de 4,0 litros ha⁻¹ de produto comercial, para então realizar novamente a semeadura da soja.

Para avaliar a agregação, as amostras foram coletadas no mês de outubro de 2011, após a saída dos animais, com dois anos da introdução do SIPA na área. Foram abertas trincheiras de 40 cm x 40 cm x 60 cm de profundidade em cinco pontos aleatórios por tratamento. Com auxílio de uma espátula, foram coletadas 500 gramas de amostras de solo nas camadas de 0-5 cm, 5-10 cm e 10-20 cm e alocadas em filmes de PVC a fim de manter a estabilidade da estrutura, identificados e acondicionados em caixas de papelão e por fim, conduzidas ao laboratório de solos da UFG do Campus de Jataí. No laboratório foram umedecidas e destorroadas nos pontos de fraqueza e, posteriormente, foram colocadas sobre papel para secagem à sombra por 72 horas.

A metodologia utilizada para a agregação foi descrita por Kemper & Chepil (1965), modificada por Silva e Mielniczuk (1997). Pesaram-se duas subamostras de 50 gramas as quais foram umedecidas por capilares e dispostas em conjunto de peneiras de 2,0; 1,0; 0,5; 0,25 e 0,125 mm, obtendo-se as classes de agregados. A obtenção do DMP partiu-se da quantidade de massa de solo retido em cada peneira e calculado de acordo com a equação:

$$DMP = \sum_i^n = (X_i \cdot W_i)'$$

onde, W_i = porcentagem de massa de solo em cada classe em relação ao total e X_i = diâmetro médio das referentes classes em mm.

O teor de carbono orgânico total foi obtido pela oxidação da matéria orgânica com dicromato, segundo Tedesco et al. (1995).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e, quando significativos, aplicou-se o teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o programa estatístico SISVAR versão 5.3.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As diferentes intensidades de pastejo promovem alterações no diâmetro médio ponderado dos agregados (DMP) nas diversas camadas do solo (**Figura 1**).

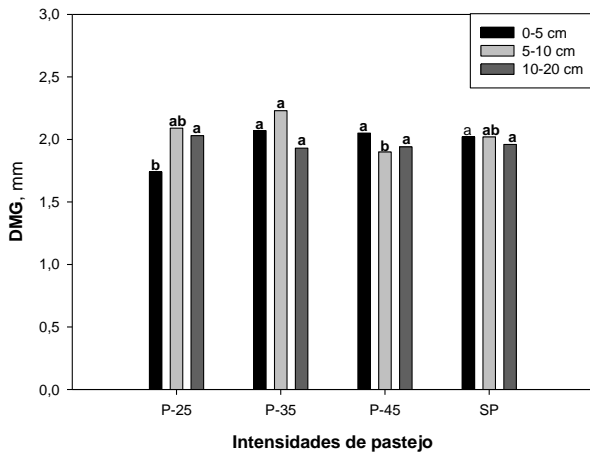


Figura 1. Diâmetro médio ponderado de agregados nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm em um Latossolo Vermelho em Sistema Integrado de Produção Agropecuária submetido a intensidades de pastejo em plantio direto. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não se diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Tratamentos: intensidades de pastejo: s/ pastejo de animais, baixa (P-45), moderada (P-35) e alta (P-25).

Na camada de 0 a 5 cm o diâmetro médio ponderado dos agregados foi influenciado pelas intensidades de pastejo (**Figura 1**). Ocorreu uma redução no DMP na maior intensidade de pastejo em relação às demais intensidades que apresentaram comportamento semelhante. Na maior intensidade de pastejo houve uma redução de aproximadamente 16% no DMP. Estes dados demonstram o efeito do pisoteio dos animais sobre os agregados nas camadas superficiais.

Taboada (2005) explica que a pressão imprimida pelo tráfego animal sobre o solo ao se deslocarem em busca de forragem promove o rearranjo de partículas diminuindo o DMP dos agregados. Conte et al. (2011) observaram que o aumento da intensidade de pastejo associado a uma redução na oferta de forragem promoveu diminuição no diâmetro dos agregados nas camadas de 0 a 5 cm de solo, corroborando com os dados do presente estudo.

Quando avaliada a camada de 5 a 10 cm de solo, verificou-se que a moderada intensidade de pastejo promoveu um aumento no DMP de 8,1% quando comparado às demais intensidades. Este acréscimo considerável pode ser em função da concentração superior (54 Mg ha^{-1}) de carbono orgânico total contido no solo quando o pasto é manejado a 35 cm de altura (**Figura 2**).

Na camada de 10 a 20 cm de solo, não houve diferenças significativa no DMP dos agregados nas diferentes intensidades de pastejo e sem pastejo. Porém, estes foram inferiores ao DMP dos agregados da camada de 5 a 10 cm.

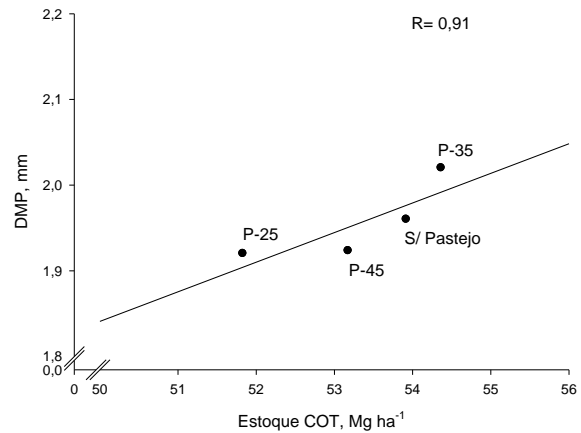


Figura 2. Relação entre estoque de carbono orgânico total (COT) e diâmetro médio ponderado (DMP) na camada de 0-20 cm em um Latossolo Vermelho sob sistema integrado de produção agropecuária submetido a intensidades de pastejo em plantio direto. Intensidades de pastejo: SP – sem pastejo, P-45 – 45 cm de altura, P-35 – 35 cm de altura e P-25 – 25 cm de altura.

Conte et al. (2011) observaram decréscimo no DMP de agregados na camada de 10 a 20 cm quando comparados à camada superficial.

Em trabalho, Flores (2007) demonstrou que o efeito do pisoteio animal em Latossolo, em SIPA-PD, restringe-se à camada superficial, no máximo até 12 cm.

À medida que aumenta o estoque de carbono orgânico total ocorre um aumento no DMP dos agregados (**Figura 2**). De acordo com Vasconcelos et al. (2010) a matéria orgânica contida na camada superficial aumenta a estabilidade dos agregados. Hillel et al. (1982) explicaram que isto ocorre devido a estrutura do solo ser constituída por colóides estáveis e agregados na matéria orgânica e aos óxidos de ferro. Além disto, o suprimento contínuo de restos culturais fornece energia para atividade microbiana, formando agregados de maior estabilidade (Blainski et al., 2012). Oliveira et al. (2010) observaram R^2 altamente significativo para o DMP ao adicionar matéria orgânica ao solo.

Outra hipótese a ser considerada, mesmo que não abordado no presente trabalho, é o possível aumento de raízes na camada de 0 a 5 cm ter aumentado o DMP quando manejados a moderada intensidade. Segundo Souza et al. (2010) ocorreu um acréscimo de massa por área do sistema radicular das plantas forrageiras quando pastejadas. Tendo em vista que as raízes das plantas possuem hifas de fungos que envolvem os agregados menores tornando-os macroagregados (Haynes & Beare, 1997).



CONCLUSÕES

Os sistemas integrados de produção agropecuária proporcionam maior estabilidade aos agregados do solo devido ao maior acúmulo de matéria orgânica no sistema.

A moderada intensidade de pastejo, 35 cm de altura do pasto, promove aumento no diâmetro médio ponderado dos agregados do solo.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J. A.; SANGOI, L. & ENDER, M. Efeitos da integração lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 25:717-723, 2001.
- BIRCHAM, J. S. *Herbage growth and utilization under continuous stocking management*. Edinburgh, University of Edinburgh, 1981.
- BLAINSKI, E.; TORMENA, C. A.; GUIMARÃES, R. M. L.; et al. Qualidade física de um Latossolo sob plantio direto influenciada pela cobertura do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 36:79-87, 2012.
- CANILLAS, E. C. & SALOKHE, V. M. A decision support system for compaction assessment in agricultural soils. *Soil Tillage Research*. 65:221-230, 2002.
- CONTE, O.; FLORES, J. P. C.; CASSOL, L.C.; et al. Evolução de atributos físicos de solo em sistema de integração lavoura-pecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46:1301-1309, 2011.
- CORRÊA, J. C.; BÜLL, L. T.; CRUSCIOL, C. A. C.; et al. Alteração de atributos físicos em Latossolo com aplicação superficial de escória de aciaria, lama cal, lodos de esgoto e calcário. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33:263-272, 2009.
- CORREA, J. C. & REICHARDT, K. Efeito do tempo de uso das pastagens sobre as propriedades de um Latossolo Amarelo da Amazônia Central. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 30:107-114, 1995.
- COUTINHO, F. S.; LOSS, A.; PEREIRA, M.G.; et al. Estabilidade de agregados e distribuição do carbono em Latossolo sob sistema plantio direto em Uberaba – MG. *Comunicata Scientiae*, 1:100-105, 2010.
- DEXTE, A. R. Soil physical quality – Part I. Theory effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. *Geoderma*, 120:201-214, 2004.
- DIAS JUNIOR, M. S. & PIERCE, F. J. O processo de compactação do solo e sua modelagem. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 20:175-182, 1996.
- FLORES, J. P. C.; ANGHINONI, I.; CASSOL, L. C.; et al. Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31:771-780, 2007.
- FLOWERS, M. D. & LAL, R. Axle load and tillage effects on soil physical properties and soybean grain yield on a mollic ochraqualf in northwest Ohio. *Soil Tillage Research*, 48:21-35, 1998.
- HAYNES, R. J. & BEARE, M. H. Influence of six crop species on aggregate stability and some labile organic matter fractions. *Soil Biological and Biochemistry*, 29:1647-1653, 1997.
- HILLEL, D. *Introduction to soil physics*. New York: Academic Press, 1982. 364 p.
- KEMPER, W. D & CHEPIL, W. S. Size distribution of aggregates. In: BLACK, C. A., *Methods of soil analysis*. Madison, American Society of agronomy, 1965. p.449-510.
- LEÃO, T. P. Intervalo hídrico ótimo em diferentes sistemas de pastejo e manejo da pastagem. 2002. 58f. Dissertação (mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2002.
- MACEDO, R. L. G. & Vale, A. B., VENTURIN, N. *Eucalipto em sistemas agroflorestais*. Lavras: UFLA. 2010. 331p.
- OLIVEIRA, V. S.; ROLIM, M. M.; VASCONCELOS, R. F. B.; et al. Distribuição de agregados e carbono orgânico em um argissolo Amarelo distrocoeso em diferentes manejos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 14:907-913, 2010.
- SILVA, I. F. & MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de planta na formação e estabilização de agregados do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 21:113-117, 1997.
- SOUZA, E. D. de; COSTA, S. E. V. G. A.; ANGHINONI, I.; et al. Soil aggregation in a crop-livestock integration system under no-tillage. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34:1362-1374, 2010.
- TABOADA, M. A. Efectos del pastoreo y pisoteo animal sobre las propiedades físicas de suelos. La Plata, Universidade Nacional de La Plata, 2005. p.131-143.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; et al. *Análise de solo, plantas e outros materiais*. 2 ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 147p. (Boletim Técnico, 5).
- VASCONCELOS, R. F. B.; CANTALICE, J. R. B.; OLIVEIRA, V.S.; et al. Estabilidade de agregados de um Latossolo Amarelo distrocoeso de tabuleiro cesteiro sob diferentes aportes de resíduos orgânicos da cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34:309-316, 2010.