



Efeito do Pisoteio Animal em um Latossolo Vermelho em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária

Cleiton Alexandre Silveira do Nascimento ^{(1)(*)}; Carolina dos Santos Batista Bonini ⁽¹⁾; Gelci Carlos Lupatini ⁽¹⁾; Hauan Andreozzi de Souza ⁽¹⁾; Rafael Luís Sanchez Perusso ⁽¹⁾; Fernando dos Santos Copetti ⁽¹⁾; Rodrigo Medina Lopes ⁽²⁾.

⁽¹⁾ Universidade Estadual Paulista (UNESP), Dracena, SP, Brasil, 17900-000 (*apresentador, cleitonxante@gmail.com, Bolsista PIBIC).

⁽²⁾ Grupo Facholi – FACHOLI PRODUCAO COMERCIO E INDUSTRIA IMP EXP LTDA. Santo Anastácio - SP, 19360-000.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi o de avaliar o efeito do pisoteio animal sobre os atributos físicos do solo, sob diferentes sistemas integrados de produção agropecuária. O estudo foi conduzido em área experimental pertencente ao Grupo Facholi, em Caiuá - SP. Os sistemas avaliados foram: soja-milho+ruziziensis, soja-milho+piatã, soja-milho+paiaguás, soja-piatã, soja-paiaguás, soja-milho (convencional) e soja-milho (plantio direto). As amostras de solo com estrutura indeformada foram coletadas em novembro de 2017. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com três repetições. As amostras foram coletadas em duplicatas nas profundidades de: 0-0,10 e 0,10-0,20m. Constatou-se que os diferentes sistemas de produção agropecuária não influenciam estatisticamente as características como a porosidade e densidade do solo, infiltração de água, resistência mecânica à penetração e umidade do solo. A agregação do solo variou com os tipos de cobertura e com a profundidade de solo estudados.

Termos de indexação: compactação do solo, materia organica, sistemas integrados de produção agropecuária.

INTRODUÇÃO

Novos métodos de produção tem sido adotados no Brasil para a produção de alimentos de forma sustentável, buscando reduzir parcialmente ou totalmente o revolvimento do solo, utilizar o solo de forma consciente, com a consequente manutenção dos restos culturais na superfície do solo (sistema de plantio direto na palhada – SPD), reduzindo o risco de erosão e o aumento da fertilidade do solo.

A adoção de sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) traz benefícios ao agricultor, pois além da formação e recuperação de pastagem, permite também a produção de grãos, explorando melhor à área cultivada (COBUCCI et al., 2001).

Entretanto no sistema de produção como SIPA, tem sido observadas melhorias nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo (MENDONÇA et al., 2013), tendo como efeito das adubações nas culturas, assim como intensificação da utilização da

área agrícola com cultivos realizados durante o ano todo, em que a rotação de cultura permite a inclusão de espécies com diferentes sistemas radiculares além dos resíduos vegetais com diferentes relações C/N, o que acaba contribuindo para as alterações das taxas de decomposição e ciclagem de nutrientes. Além disso, as braquiárias e outras espécies que possuem sistema radicular profundo são capazes de penetrar as camadas de solo compactadas. Ao morrerem, as raízes sofrem decomposição e deixam canais por onde os cultivos subsequentes poderão explorar melhor o perfil do solo para aprofundar o sistema radicular aumentando a absorção de água e nutrientes, o que favorece a produção das culturas. Esses canais também são importantes para a infiltração de água e para a movimentação de adubos e corretivos e são conhecido como bioporos (OLIVEIRA et al., 2015).

As ações antrópicas, como os sistemas de uso e manejo do solo, promovem alterações em sua estrutura. Estas alterações podem ser restritivas ao desenvolvimento das plantas em manejos do solo que envolva sua mobilização, tendo seus efeitos negativos potencializados pela maior intensificação de uso. Por sua vez, uma pastagem de melhor qualidade permite intensificar a sua utilização com maior taxa de lotação. Entretanto o pisoteio dos animais durante o pastejo pode acarretar possíveis alterações à qualidade física da camada superficial do solo. Correlacionando com este fator, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade dos atributos físicos do solo após o pisoteio bovino em SIPA.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em área experimental pertencente ao Grupo Facholi, instalado no município de Caiuá - SP, localizado na região sudoeste do Estado de São Paulo, latitude 21° 49' 58" Sul e longitude 51° 59' 24" Oeste, na altitude de 375 metros em relação ao mar. O clima, segundo a classificação Köpen é tropical com verão quente e úmido e inverno seco (Aw). A precipitação média anual é de 1.154 mm e a temperatura média anual é de 22,8°C. O solo do local foi classificado como Latossolo Vermelho (SANTOS et al., 2018). A área vem sendo cultivada em SIPA desde 2016.



O primeiro cultivo de soja foi semeado em novembro de 2015 e a colheita realizada em fevereiro de 2016. Após à colheita foi realizada a semeadura do milho sob SPD no mês de fevereiro, utilizando o espaçamento de 0,90 m entre linhas para o milho e 0,40 m para o capim. As forrageiras utilizadas foram das espécies *Urochloa brizantha* cv. Paiaguás, *U. brizantha* cv. Piatã e *U. ruziziensis*. O híbrido de milho utilizado foi o DKB 390 e a colheita foi realizada no mês de agosto de 2016. A nova semeadura da soja foi realizada no mês de novembro de 2016 e a colheita nas datas de 13 a 15 de março de 2017, logo em seguida sendo semeado o milho mais as forrageiras nos tratamentos Soja – Milho + *U. ruziziensis*, Soja – Milho + *U. brizantha* cv. Piatã e Soja – Milho + *U. brizantha* cv. Paiaguás. A semeadura das forrageiras dos SIPA: Soja – Piatã (2 anos de pastejo) e Soja – Paiaguás (2 anos de pastejo) também foram feitas no mês de março de 2016.

No experimento, utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com três repetições. Os tratamentos foram compostos por sete sistemas de produção em SIPA: 1-Soja – Milho + *ruziensis*; 2-Soja – Milho + Piatã; 3-Soja – Milho + Paiaguás; 4-Soja – Piatã (2 anos de pastejo); 5-Soja – Paiaguás (2 anos de pastejo); 6-Soja – Milho (Preparo Convencional) e 7-Soja – Milho (Plantio Direto).

As amostras de solo foram coletadas em novembro do ano de 2017. Tanto as coletas de amostras deformadas de solo para a análise dos atributos físicos, quanto as coletas com anéis volumétricos para avaliação da porosidade do solo, foram realizadas concomitantemente para as camadas de 0-0,10; 0,10-0,20m. As análises físicas realizadas no experimento foram: a) Distribuição e estabilidade de agregados em água e diâmetro médio ponderado dos agregados (ANGERS; MEHUYS, 2000); b) Porosidade total, macroporosidade, microporosidade e densidade do solo pelo método de anel volumétrico (TEIXEIRA et al., 2018); c) Infiltração de água foi determinada utilizando mini infiltrômetro de disco (ZHANG, 1997); d) Resistência mecânica à penetração; e) Umidade gravimétrica do solo pelo método clássico de pesagem (TEIXEIRA et al., 2018).

Para o pastejo foram utilizados novilhos da raça Nelore de 10 a 18 meses de idade, pesando de 200 a 300 kg de peso vivo, que foram divididos de acordo com seu peso em lotes de seis animais *testers*, e o número de animais reguladores por unidade experimental foi regulado conforme a produção e a massa de forragem em cada piquete. Os animais entraram na área de pastejo nos sistemas designados para dois anos de forragem (4 e 5) em março de 2016, e nos demais tratamentos (1, 2, 3, 6 e 7) nos meses de agosto a setembro após a colheita do milho.

Os dados foram submetidos à análise estatística

utilizando a programa SISVAR, sendo as análises de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade para a comparação de médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da porosidade e densidade do solo (Tabela 2), segundo a análise estatística não foram significativamente diferentes, mesmo nos tratamentos em que houve o pisoteio animal por dois anos consecutivos. Nos tratamentos aonde ocorreu o pastejo contínuo observou-se menores valores de densidade do solo. Segundo em pesquisa de Marchao et al. (2007) que em solos do tipo Latossolo, nos locais aonde houve pastejo contínuo, ocorreu redução na densidade do solo nas camadas subsuperficiais. A densidade do solo nos tratamentos 2, 1 e 7 nas duas profundidades estudadas verificou-se uma maior compactação do solo. Albuquerque et al. (2001), também relataram aumento na densidade nas camadas subsuperficiais causada pelo trânsito de máquinas para os tratos culturais, como para semeadura e colheita do milho e da soja.

A resistência à penetração do solo (Tabela 1) não diferiu significativamente em função dos tratamentos, mas observou-se nos tratamentos 4 e 5, o pastejo dos animais causou maior resistência à penetração na camada superficial de 0-0,10 m de profundidade que nos tratamentos em que houve o pastejo apenas após a colheita do milho. Em pesquisa realizada por Nascimento et al. (2017), observou que o pastejo contínuo causou maior resistência à penetração do solo, influenciando a infiltração de água (Tabela 1), em que nos tratamentos pastejados por períodos maiores a taxa de infiltração foi menor. (MARCHÃO et al., 2009) também relataram que a compactação do solo pelo pisoteio animal, é agravada pela remoção da vegetação pelo pastejo, diminuindo taxa de infiltração.

Tabela 1 – Valores de resistência mecânica à penetração (RP) e umidade gravimétrica do solo (Ug), nas camadas de 0-0,10; 0,10-0,20 m. Caiuá – SP. 2017.

Trat	RP (MPa)		Ug (g g ⁻¹)	
	0- 0,10 m	0,10- 0,20 m	0- 0,10m	0,10- 0,20 m
1	0,98	0,82	7,49	8,89
2	1,09	0,87	7,30	7,39
3	0,94	0,80	7,48	8,00
4	1,11	0,85	7,22	6,99
5	1,11	0,83	8,00	7,80
6	1,01	0,79	8,06	7,72
7	1,14	0,88	12,90	12,07
F (5%)	1,63 ^{ns}	0,17 ^{ns}	9,53 ^{ns}	2,70 ^{ns}
CV (%)	14,21	24,86	19,31	30,43

ns= não significativo à 5% de probabilidade pelo teste F. 1-Soja-Milho + *ruziensis*; 2-Soja – Milho + Piatã; 3-Soja – Milho + Paiaguás; 4- Soja – Piatã (2 anos de pastejo); 5-Soja – Paiaguás (2 anos de pastejo); 6-Soja – Milho (Preparo Convencional) e 7-Soja-Milho (Plantio Direto).



A taxa de infiltração de água observada no sistema de plantio convencional foi a maior encontrada em relação aos outros tratamentos (Tabela 2). Segundo Neto e Fernandes (2018) as rupturas das camadas compactadas do solo contribuem para as maiores taxas de infiltração em relação à tratamentos em que esta intervenção não é feita. Nos tratamentos 4 e 5, foram obtidos os menores valores de infiltração (Tabela 2). Este parâmetro se correlaciona com a resistência à penetração, em que solos onde ocorre o pastejo contínuo observa-se redução na taxa de infiltração por conta da menor cobertura vegetal sob a superfície do solo (NASCIMENTO et al., 2017).

A umidade do solo (Tabela 1) não apresentou diferença significativa entre os SIPAs, porém se observou no tratamento em que estava instalado o SPD, obteve-se maior umidade presente nas duas camadas. Segundo Santos et al. (2012), sistemas de preparo que revolvem menos o solo e acumulam resíduos culturais na superfície preservam sua estrutura e retêm mais água na camada superficial, principalmente pelo aumento do conteúdo de matéria orgânica, que atua como agente "cimentante" formando os agregados do solo e melhorando a microporosidade.

O diâmetro médio ponderado (DMP) não foi prejudicado pelos tratamentos nas duas camadas avaliadas (Tabela 3). Entretanto observa-se um aumento desta característica nos tratamentos de pastejo contínuo por 2 anos. Em pesquisa realizada Conte et al. (2012) observou que houve aumento do DMP em locais com pastejo, indicando que o pisoteio dos animais pode contribuir para a estabilidade de agregados ao aproximar as partículas minerais. A avaliação de estabilidade de agregados do solo mostrou que nos tratamentos 4 e 5, as gramíneas são mais eficientes em formar agregados maiores que 2 mm de diâmetro que plantas leguminosas, sendo associado à presença do sistema radicular abundante e agressivo assim como em trabalho realizado por Santos et al. (2012). Mesmo com o pisoteio animal, a inclusão de pastagens nos sistemas de produção contribui para o aumento da estabilidade de agregados, pois a não movimentação do solo durante o ciclo da pastagem, presença abundante de sistema radicular, contribui de maneira significativa como um agente de agregação do solo, melhorando a qualidade deste (PRÉCHAC et al., 2004).

CONCLUSÕES

O pastejo animal não influenciou significativamente na porosidade e densidade do solo, infiltração de água, resistência mecânica à penetração e umidade do solo em SIPA.

O pisoteio do animal e a pastagem podem contribuir para o aumento da agregação do solo, principalmente em relação às partículas maiores que 2 mm.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à empresa Facholi Sementes pela concessão da área experimental e ao CNPq (Bolsa PIBIC-Reitoria proc. 45912) e FAPESP (Proc. 17/17300-8) pela concessão de bolsas de iniciação científica.

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*, v. 25, n. 3, 2001.
- BONINI, C.S.B.; LUPATINI, G. C.; ANDRIGUETTO, C., MATEUS, G. P.; HEINRICH, R.; ARANHA, A. S.; SANTANA, E.A.R.; MEIRELLES, G.C. Produção de forragem e atributos químicos e físicos do solo em sistemas integrados de produção agropecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 7: 1695-1698, 2016.
- COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI J.; AIDAR, H. Sistema Santa Fé: produção de forragem na entressafra. In: *Workshop internacional programa de integração agricultura e pecuária para o desenvolvimento sustentável das savanas tropicais sulamericanas*, 2001, Santo Antonio de Goiás. Anais... Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. p. 125-135. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 123).
- CONTE, O.; FLORES, J. P. C.; CASSOL, L. C.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; LEVIEN, R.; WESP, C. L. et al. Evolução de atributos físicos de solo em sistema de integração lavoura-pecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 46, n. 10, p. 1301-1309, 2012.
- RIBEIRO, L. S.; OLIVEIRA, I. R.; DANTAS, J. S.; SILVA, C. V.; SILVA, G. B.; AZEVEDO, J. R. Variabilidade espacial de atributos físicos de solo coeso sob sistemas de manejo convencional e de plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 51, n. 9, p. 1699-1702, 2016.
- NASCIMENTO, V. N.; ALMEIDA, G. L. P.; BATISTA, P. H. D.; COUTINHO, A. S. Atributos físicos do neossolo regolítico distrófico sob pastagem submetido à colheita mecanizada da forragem e pastejo animal. *Boletim de Indústria Animal*, v. 74, n. 3, p. 169-175, 2017.
- MARCHÃO, R. L.; BALBINO, L. C.; SILVA, E. M.; SANTOS, J. D. D. G.; SÁ, M. A. C.; VILELA, L.; BECQUER, T. Qualidade física de um Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, n. 6, p. 873-882, 2007.
- MARCHÃO, R. L.; VILELA, L.; PALUDO, A. L.; JUNIOR, R. G. Impacto do pisoteio animal na compactação do solo sob integração lavoura-pecuária no Oeste Baiano. *Embrapa Cerrados-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)*, 2009.
- MENDONÇA, V. Z. D.; MELLO, L. M. M. D.; ANDREOTTI, M.; PEREIRA, F. C. B. L.; LIMA, R. C.; VALÉRIO FILHO, W. V.; YANO, É. H. Avaliação dos atributos físicos do solo em consórcio de forrageiras e milho em sucessão com soja em região de cerrados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, p. 251-259, 2013.
- MIGUEL, F. R. M.; VIEIRA, S. R.; GREGO, C. R.. Variabilidade espacial da infiltração de água em solo sob pastagem em função da intensidade de pisoteio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 44, n. 11, p. 1513-1519, 2010.
- NETO, A. A.; FERNANDES, E. J. Avaliação de taxa de infiltração de água de um latossolo vermelho submetido a dois sistemas de manejo. *Irriga*, v. 10, n. 2, p. 107, 2018.
- OLIVEIRA, P. de; KLUTHCOUSKI, J.; VILELA, L.; BORGHI, E.; CASTRO, G. S. A.; CECCON, G.. Os muitos benefícios da ILP para os solos. *Embrapa Arroz e Feijão*, 2015



PRÉCHAC, F.G.; ERNST, O.; SIRI-PRIETO, G.; TERRA, J.A. Integrating no-till into crop-pasture rotations in Uruguai. *Soil and Tillage Research*, v.77, p.1-13, 2004.

SANTOS, D.; SOUZA, E. G.; NÓBREGA, L.; BAZZI, C. L.; GONÇALVES, A. Variabilidade espacial de atributos físicos de um Latossolo Vermelho após cultivo de soja. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, p.843-848, 2012.

SANTOS, G. G.; SILVEIRA, P. M.; MARCHÃO, R. L.; PETTER, F. A.; BECQUER, T. Atributos químicos e estabilidade de agregados sob diferentes culturas de

cobertura em Latossolo do cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi*, v. 16, n. 11, 2012.

SANTOS, H. G. et al. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5.ed. rev. ampl. Rio de Janeiro: Embrapa. 2018; 531p.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. Manual de Métodos de Análise de Solo. 3. ed. rev. ampl. Brasília: Embrapa. 2017; 574p.

ZHANG, R. Determination of soil sorptivity and hydraulic conductivity from the disk infiltrometer. *Soil Science Society of American Journal*, 61:1024-1030, 1997

Tabela 2 – Valores de F, CV (%) e valores médios de macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi), porosidade total do solo (PT) e densidade do solo (DS) dos tratamentos estudados nas camadas de solos (0-0,10; 0,10-0,20 m). Caiuá – SP. 2017.

Trat	0,00-0,10 m				0,10-0,20 m				Infiltração de água (cm h ⁻¹)
	Ma	Mi	PT	DS	Ma	Mi	PT	DS	
	m ³ m ⁻³				(g/cm ³)				
1	0,11	0,21	0,32	1,66	0,09	0,21	0,31	1,67	6,63
2	0,12	0,21	0,33	1,62	0,11	0,20	0,31	1,67	7,11
3	0,14	0,21	0,35	1,60	0,12	0,20	0,32	1,65	6,35
4	0,10	0,23	0,33	1,57	0,08	0,23	0,31	1,66	6,08
5	0,13	0,21	0,34	1,59	0,15	0,20	0,35	1,56	6,24
6	0,11	0,22	0,33	1,60	0,12	0,20	0,32	1,65	8,38
7	0,11	0,22	0,33	1,67	0,11	0,22	0,33	1,67	8,15
F (5%)	0,81 ^{ns}	0,66 ^{ns}	0,74 ^{ns}	1,45 ^{ns}	3,18 ^{ns}	1,09 ^{ns}	1,185 ^{ns}	2,86 ^{ns}	4,50 ^{ns}
CV(%)	32,21	11,94	8,73	4,21	26,57	13,59	11,35	3,38	15,15

ns= não significativo à 5% de probabilidade pelo teste F. 1-Soja – Milho + ruziziensis; 2-Soja – Milho + Piatã; 3-Soja – Milho + Paiaguás; 4-Soja – Piatã (2 anos de pastejo); 5-Soja – Paiaguás (2 anos de pastejo); 6-Soja – Milho (Preparo Convencional) e 7-Soja – Milho (Plantio Direto).

Tabela 3 – Estabilidade de agregados em água nas camadas de 0-0,10 m e 0,10-0,20 m. Caiuá – SP. 2017.

Tratamentos	Diâmetro (%)						DMP (mm)
	4	2	1	0,5	0,25	<0,25	
	0,00 - 0,10 m						
1	33,08a	21,89a	4,06	4,57	11,12a	25,28a	2,48
2	24,39a	24,49a	4,40	5,84	13,00a	27,87a	2,15
3	31,94a	20,44b	3,79	5,93	10,53a	27,37a	2,38
4	35,94a	19,02b	4,24	3,48	5,08b	32,24a	2,52
5	43,34a	32,00a	3,51	2,02	3,61b	15,50b	3,23
6	26,28a	25,06a	5,17	4,89	10,09b	28,49a	2,25
7	16,21b	13,89c	4,64	5,49	19,67a	40,09a	1,46
F (5%)	3,06*	5,65*	0,63 ^{ns}	2,01 ^{ns}	5,90*	2,29*	4,24 ^{ns}
CV (%)	40,67	26,01	39,85	53,2	51,05	42,51	26,58
	0,10 - 0,20 m						
1	11,98c	10,77b	4,17a	9,33a	22,38a	41,36a	1,19
2	17,94b	18,39a	4,36a	5,68a	16,58a	37,08a	1,66
3	31,64a	23,87a	4,61a	5,43a	10,01b	24,43a	2,47
4	42,86a	23,56a	6,62a	3,84b	5,35c	17,75c	3,02
5	37,07a	27,95a	3,80a	3,20b	8,26b	19,72b	2,83
6	21,51b	22,71a	4,04a	5,69a	10,03a	32,99a	1,95
7	18,03b	20,19a	5,20a	7,08a	17,60a	31,90a	1,74
F (5%)	6,11*	4,13*	0,5 ^{ns}	3,72*	6,37*	4,92*	8,3 ^{ns}
CV (%)	43,81	31,19	71,2	44,94	43,23	33,51	26,77

¹⁾Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. *Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F. 1-Soja – Milho + ruziziensis; 2-Soja – Milho + Piatã; 3-Soja – Milho + Paiaguás; 4-Soja – Piatã (2 anos de pastejo); 5-Soja – Paiaguás (2 anos de pastejo); 6-Soja – Milho (Preparo Convencional) e 7-Soja – Milho (Plantio Direto).