



Fósforo e potássio no solo em função de intensidades de pastejo e distribuição de placas de esterco em sistemas integrados de produção agropecuária ⁽¹⁾

Edicarlos Damacena de Souza⁽²⁾; Francine Damian da Silva⁽²⁾; Raí Augusto Schwalbert⁽³⁾; Geovane Boschmann Reimche⁽⁴⁾; Tiago De Gregori Teixeira⁽⁵⁾; Geomar Mateus Corassa⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do CNPq e AGRISUS.

⁽²⁾ Professor; Universidade Federal de Mato Grosso; Rondonópolis, Mato Grosso; E-mail: edicarlos@pq.cnpq.br;

⁽³⁾ Mestrando; Universidade Federal de Santa Maria; ⁽⁴⁾ Pós-doutorando; Universidade Federal de Santa Maria; ⁽⁵⁾ Doutorando; Universidade Federal de Santa Maria.

RESUMO: A presença do animal na fase da pastagem impõe maior heterogeneidade ao solo, devido ao acúmulo de suas excreções (esterco e urina) em determinadas zonas, podendo influenciar na dinâmica do P e K. O objetivo deste trabalho foi o de avaliar a variabilidades de fósforo e potássio em função da distribuição de placas de esterco e a produtividade da soja em sistemas integrados de produção agropecuária em plantio direto. Os tratamentos constaram de diferentes alturas de manejo do pasto: 0,10 m, considerado pastejo intenso, 0,20 e 0,30 m, considerados como pastejos moderados, e 0,40 m, tido como pastejo leve, distribuídos em delineamento de blocos ao acaso, com três repetições. Os teores de P no solo foram incrementados com o aumento das intensidades de pastejo, já o K não foi influenciado pelas intensidades de pastejo. Os teores de P e K no solo diferiram nas áreas com presença e ausência de esterco, sendo maiores nas áreas com esterco. A produtividade da soja foi influenciada somente na safra 2012/2013. A presença de placas de esterco afetou os teores de P e K no solo em relação a locais sem esterco na pastagem. A alta intensidade de pastejo (0,10 m) apresentou o maior teor de P no solo em relação à baixa intensidade de pastejo (0,40 m).

Termos de indexação: Integração lavoura-pecuária, pastejo, bovinos de corte.

INTRODUÇÃO

Em sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) a presença do animal na fase da pastagem impõe maior heterogeneidade ao solo, devido ao acúmulo de suas excreções (esterco e urina) em determinadas zonas ou locais atrativos, como cercas, cochos de água e sal, porteiras e sombras. Nestes locais preferenciais de deposição, alguns atributos químicos de solo, como o teor de P e K disponíveis, que estão presentes em maior quantidade nas excreções (Haynes & Williams, 1993), são incrementados em relação ao restante

das áreas da pastagem, que recebe menor intensidade de esterco.

A deposição de esterco na fase de pastagem afeta positivamente a produtividade das culturas de grãos na fase de lavoura (Silva et al., 2014). Isso porque a adição de resíduos de origem vegetal e animal ao solo estabelecem um fluxo de nutrientes, cuja magnitude pode promover alterações na atividade biológica e no estado de agregação do solo (Lovato et al., 2004).

O fluxo contínuo de liberação de nutrientes oriundo da decomposição dos estercos pode ser maior, quando comparado às gramíneas, pelo fato de que o esterco já sofreu uma pré-decomposição no rúmex animal e isso fará com que alguns nutrientes estejam mais solúveis (Assmann, 2013).

Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar a variabilidades de fósforo e potássio em função de intensidades de pastejo e da distribuição de placas de esterco e a produtividade da soja em sistemas integrados de produção agropecuária em plantio direto.

MATERIAL E MÉTODOS

A área experimental está localizada na Fazenda do Espinilho (latitude 28°56' S, longitude 54°20' W e altitude de 425 m), município de São Miguel das Missões – Rio Grande do Sul (RS), região fisiográfica do Planalto Médio. O solo é classificado como Latossolo Vermelho distroférico, profundo, bem drenado, com coloração vermelho-escura e textura argilosa (0,54 kg kg⁻¹ de argila; 0,27 kg kg⁻¹ de silte e 0,19 kg kg⁻¹ de areia) na camada 0-0,20 m. O clima é subtropical com verão quente e úmido (Cfa), de acordo com a classificação de Köppen.

O pastejo com bovinos na área experimental iniciou no outono de 2000, quando foi semeada uma mistura de aveia + azevém e, posteriormente ao ciclo de pastejo, foi implantada a cultura da soja. Em novembro de 2000 o solo foi amostrado, e ao final do primeiro ciclo de pastejo e antecedendo a implantação do primeiro ciclo da



soja (novembro de 2001), foi efetuada uma aplicação superficial de calcário em toda área, na dosagem de $4,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ (PRNT de 62%), dose equivalente à recomendada para elevar o pH do solo até 5,5 na camada 0-0,10 m, para a condição de plantio direto consolidado. Após a colheita da soja em 2001 (maio) foi semeada a aveia + azevém (ressemeadura natural) e os tratamentos foram estabelecidos.

Os tratamentos constaram de diferentes alturas de manejo do pasto: 0,10 m, considerado pastejo intenso, 0,20 e 0,30 m, considerados como pastejos moderados, e 0,40 m, tido como pastejo leve, distribuídos em delineamento de blocos ao acaso, com três repetições. A área total do experimento foi de, aproximadamente, 22 hectares, o qual foi dividido em 12 parcelas experimentais, cujas áreas variam de 0,8 a 3,2 hectares, aproximadamente, em função dos tratamentos aplicados.

Durante o período de inverno foram utilizados para o pastejo bovinos jovens, com idade aproximada de dez meses (no início do pastejo), machos e castrados, oriundos de cruzamentos entre as raças Angus, Hereford e Nelore, sem grau de sangue definido e com peso vivo médio inicial entre 190 e 200 kg.

As alturas do pasto foram medidas a cada 15 dias, aproximadamente, com um bastão graduado em cm. Assim, os animais-reguladores foram colocados e retirados da pastagem conforme necessidade de ajuste da altura. O método de pastejo adotado foi o contínuo e, geralmente, os animais entravam na área experimental quando a pastagem atingia um acúmulo médio de 1500 kg ha^{-1} de matéria seca (MS; aproximadamente 0,25 m), na primeira quinzena de julho, estendendo-se até a primeira quinzena de novembro, totalizando em média 110 dias de pastejo.

A adubação do experimento constou, basicamente, da aplicação de N na pastagem e de P e K na soja, considerando as análises de solo, em doses para produtividades entre 4,0 e $7,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ de MS de pasto e de $4,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ de grãos de soja. A partir do inverno de 2012, a adubação começou a ser realizada visando o sistema, com dose integral na pastagem. Os demais tratamentos culturais foram executados semelhantemente em todas as parcelas, conforme manejo adotado pelo produtor.

Para a presente proposta o delineamento experimental utilizado foi o arranjo fatorial 2×4 , sendo dois tratamentos de presença de placas de esterco (com e sem) e quatro alturas de manejo do pasto (0,10, 0,20, 0,30 e 0,40 m). A partir do mapa gerado da distribuição espacial de placas de esterco, foram demarcados 12 pontos para coleta de solo, aleatorizados, em cada altura de manejo do pasto, sendo 6 em áreas com presença de esterco, correspondendo aos locais

com as menores áreas de Thiessen, e 6 em áreas sem esterco, totalizando 48 parcelas.

A coleta de solo para caracterização química foi realizada em 18 de janeiro de 2011, na camada 0-0,10 m, utilizando-se um trado calador de forma manual. Cada amostra foi composta de 3 subamostras, coletadas num raio de no máximo 1 m ao redor do ponto georreferenciado. Após, foram encaminhadas ao Laboratório de análises de solo da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, onde os teores de P e K disponíveis (Mehlich-1) foram determinados.

Para a colheita georreferenciada dos dados de produtividade, em 2012, 2013 e 2014, utilizou-se colhedoras equipadas com o monitor de colheita e plataforma de grãos de 40 pés (12,2 m). O sistema AFS congrega um conjunto de ferramentas, como sensores de produtividade (contato), umidade e uma antena receptora GNSS.

Para se obter os dados de colheita da soja nos mesmos locais com e sem presença de esterco, buscou-se num raio de 10 m ao redor dos locais, os dados de colheita dos 3 anos subsequentes e obteve-se a média de produtividade. Todos os dados de produtividade foram filtrados, eliminando-se pontos irreais e corrigiu-se a massa de grãos obtida pela colhedora, através de um fator de correção obtido com a massa de grãos real. Os teores de umidade foram corrigidos para $0,13 \text{ kg kg}^{-1}$.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativo, as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de K no solo não foram influenciados pelas intensidades de pastejo (**Tabela 1**). Já os teores de P no solo foram incrementados com o aumento das intensidades de pastejo (**Tabela 1**). Isso pode ser devido à maior quantidade e distribuição de placas de esterco na maior intensidade de pastejo (Silva et al., 2014), pois conforme Assmann (2013), no mesmo protocolo experimental, o teor de P no esterco bovino foi de $6,55 \text{ g kg}^{-1}$. A autora observou que o teor de P presente no esterco é maior que os teores observados pelos demais resíduos do sistema (pasto+caule e folhas da soja), já que 95% do P ingerido retorna via esterco para o sistema (Haynes & Williams, 1993), em uma forma concentrada, por ter sofrido uma pré-degradação no rúmex do animal. Sabendo-se que a produção total de MS de esterco aumentou conjuntamente com o aumento das intensidades de pastejo, devido à maior carga animal, a quantidade de P no resíduo do esterco foi maior ($4,38 \text{ kg ha}^{-1}$) para o tratamento de 0,10



m, em relação aos demais tratamentos. A quantidade de P_2O_5 que retornou ao solo via esterco bovino foi 10,03, 7,16, 5,50 e 3,21 $kg\ ha^{-1}$ para os tratamentos 0,10, 0,20, 0,30 e 0,40 m, respectivamente (Silva et al., 2014).

Os teores de P e K no solo diferiram nas áreas com presença e ausência de esterco, sendo maiores nas áreas com esterco (**Tabela 2**). Este resultado foi esperado, uma vez que estes são os principais nutrientes que retornam ao solo via excrementos dos animais (Teixeira et al., 2012), como já discutido anteriormente para os teores de P. O teor de K no solo aumentou 116% (232,15 $mg\ dm^{-3}$) em local com presença de esterco em relação a local sem esterco. Enquanto que, para o teor de P no solo este incremento foi 36% (2,93 $mg\ dm^{-3}$). A concentração de K no esterco bovino (19,61 $g\ kg^{-1}$) foi maior do que o P (Assmann, 2013). Dubeux Jr et al. (2014) encontraram resultados similares de maior concentração de nutrientes, como P e K, em zonas com alta concentração de esterco. Com alta intensidade de pastejo pode retornar ao solo até 16,28 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O , via esterco bovino.

Tabela 1. Fósforo e potássio no solo em função de altura de manejo do pasto em sistema integrado de produção agropecuária sob plantio direto

Altura do pasto (m)	P	K
	----- $mg\ dm^{-3}$ -----	
0,10	12,4 a	332,8 a
0,20	9,9 ab	332,8 a
0,30	8,0 b	287,5 a
0,40	7,8 b	286,7 a

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 2. Fósforo e potássio no solo em função da presença ou ausência de esterco em sistema integrado de produção agropecuária sob plantio direto

Presença de esterco	P	K
	----- $mg\ dm^{-3}$ -----	
Com	11,0 a	433,0 a
Sem	8,18 b	200,9 b

Média seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

O esterco bovino em contato com o solo decompõe-se pela ação da chuva, pisoteio animal, microorganismos e mesofauna, liberando assim os nutrientes. O esterco pode ser incorporado ao solo em até 24 horas após contato com os coleópteros (Monteiro & Werner, 1997). Portanto, a entrada de esterco bovino na fase de

pastagem libera nutrientes para a fase da cultura da soja, incrementando a sua produtividade (Silva et al., 2014), sugerindo que a presença do esterco melhora a ciclagem de nutrientes do solo, uma vez que a entrada de fertilizante mineral foi semelhante para todos os tratamentos.

Houve diferença significativa de produtividade de soja entre as alturas de manejo do pasto apenas para o ano agrícola 2012/13 ($P=0,011$) (**Tabela 3**), porém não houve diferença significativa de produtividade para a presença de esterco em nenhuma das safras (**Tabela 4**). O tratamento de altura do pasto de 0,10 m teve maior produtividade na safra 2012/13 do que o tratamento de 0,40 m, apresentando 0,24 $Mg\ ha^{-1}$ de diferença entre eles. Como reportado por Assmann (2013) a ciclagem dos nutrientes P e K no tratamento de altura do pasto 0,40 m ocorre prioritariamente via pastagem, que possui tempo de meia vida maior do que comparado ao tempo de meia vida do esterco bovino. Por outro lado, no tratamento de 0,10 m, que possuiu a maior produção total de MS de esterco, a intensidade da ciclagem de nutrientes (P e K) via esterco bovino é incrementada, ciclando mais rapidamente estes nutrientes.

Tabela 3. Produtividade da soja em relação as alturas de manejo do pasto em integração lavoura-pecuária sob plantio direto

Safra	Altura do pasto (m)	Produtividade ($Mg\ ha^{-1}$)
2011/12	0,10	0,42 a
	0,20	0,47 a
	0,30	0,42 a
	0,40	0,41 a
2012/13	0,10	2,28 a
	0,20	2,14 ab
	0,30	2,09 ab
	0,40	2,04 b
2013/14	0,10	2,50 a
	0,20	2,50 a
	0,30	2,36 a
	0,40	2,41 a

Médias seguidas por diferentes letras na mesma coluna, diferem de acordo com o teste de Tukey ($P<0,05$).

Para a safra 2011/12 a produtividade média de soja foi 72% abaixo da média do RS (1,55 $Mg\ ha^{-1}$), enquanto que as safras seguintes foram 6,1% e 21,5% menores do que a média do RS, para as safras 2012/2013 e 2013/2014, respectivamente (CONAB, 2014).

Verifica-se que não houve diferença na produtividade em relação a presença de esterco (**Tabela 4**). Como a largura da plataforma da colhedora foi de 12,2 m de largura, provavelmente não foi possível detectar a micro variabilidade da produtividade da soja, como anteriormente



verificado por da Silva et al. (2014), que avaliou a produtividade em parcelas pontualmente sobre os locais com concentração de esterco e encontrou até 5,73 Mg ha⁻¹.

Tabela 4. Produtividade da soja em relação a presença de placas de esterco na fase de pastagem na integração lavoura-pecuária sob plantio direto

Safra	Presença de esterco	Produtividade (Mg ha ⁻¹)
2011/12	Com	0,41 a
	Sem	0,45 a
2012/13	Com	2,16 a
	Sem	2,12 a
2013/14	Com	2,46 a
	Sem	2,44 a

Médias seguidas por diferentes letras na mesma coluna, diferem de acordo com o teste de Tukey ($P < 0,05$).

CONCLUSÕES

A presença de placas de esterco afetou os teores de P e K no solo em relação a locais sem esterco na pastagem. A alta intensidade de pastejo (0,10 m) apresentou o maior teor de P no solo em relação à baixa intensidade de pastejo (0,40 m).

Em anos com restrição hídrica severa todos os tratamentos de altura do pasto foram afetados, sendo a produtividade média reduzida em 80% em relação as safras 2012/13 e 2013/14 sem restrição hídrica.

REFERÊNCIAS

ASSMANN, J. M. Estoque de carbono e nitrogênio no solo e ciclagem de nutrientes em sistema de integração soja-bovinos de corte em plantio direto de longa duração, 2013. 151 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Safra 2013/2014: Décimo Segundo levantamento. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_09_10_14_35_09_boletim_graos_setembro_2014.pdf> Acesso em 13 de fev. 2015.

DUBEUX Jr., J. C. B.; SOLLENBERGER, J. M. B.; VENDRAMINI, S. M. et al. Stocking method, animal behavior, and soil nutrient redistribution: How are they linked? *Crop Science*, 54:2341-2350, 2014.

HAYNES, R. J. & WILLIAMS, P. H. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture system. *Advances in Agronomy*, 49:119-199, 1993.

LOVATO, T. J. C.; MIELNICZUCK, J.; BAYER, C. et al. Adição de carbono e nitrogênio e sua relação com o

rendimento de milho e estoques destes elementos no solo em sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28:175-187, 2004.

MONTEIRO, F. A. & WERNER, J. C. Reciclagem de nutrientes nas pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, Piracicaba, 1997. Anais... Piracicaba: FEALQ, p. 55-84, 1997.

SILVA, F. D.; LOVATO, T. J. C.; FERREIRA, A. O. et al. Soil carbon indices as affected by 10 years of integrated crop-livestock production with different pasture grazing intensities in Southern Brazil. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 190:60-69, 2014.

TEIXEIRA, V. I.; DUBEUX, J. C. B.; MELLO, A. C. L. et al. Herbage mass, herbage rejection, and chemical composition of signalgrass under different stocking rates and distances from dung pads. *Crop Science*, 52:422-430, 2012.