



Efeito do sistema de manejo e tempo da chuva simulada após aplicação de dejetos líquidos bovinos em amostras indeformadas nas perdas de água, sedimento e fósforo ⁽¹⁾.

Verediana Fernanda Cherobim⁽²⁾; Nerilde Favaretto⁽³⁾; Chi-hua Huang⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do National Soil Erosion Research Laboratory USDA-ARS e Purdue University.

⁽²⁾ Doutoranda no PPG-Ciência do Solo; Universidade Federal do Paraná; Curitiba, PR; verediana.cherobim@gmail.com;

⁽³⁾ Professora doutora; Universidade Federal do Paraná; ⁽⁴⁾ Pesquisador doutor; USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory.

RESUMO: A aplicação de dejetos líquidos animais no solo promove melhorias no solo, no entanto quando aplicado inadequadamente pode comprometer o meio ambiente, principalmente se ocorrerem perdas via escoamento de água, sedimentos e nutrientes, especialmente o fósforo. Objetivou-se com esse trabalho verificar a perda de água, sedimento e fósforo em amostras indeformadas de solo com diferentes manejos sob aplicação de dejetos líquidos bovinos e intervalos pre-estabelecidos de chuva simulada. O experimento foi conduzido no National Soil Erosion Research Laboratory USDA-ARS em West Lafayette, Indiana, utilizando amostras indeformadas provenientes de solo de plantio convencional e plantio direto. Dentre os intervalos de chuva simulada após a aplicação do dejetos líquidos bovinos (DLB), o intervalo de 24 horas resultou nas maiores perdas de água, sedimento e fósforo, independente do sistema de manejo. Após 7 dias de aplicação, o dejetos não influenciou nas perdas de fósforo total e particulado e promoveu redução nas perdas de água e sedimento em ambos os sistemas de manejo.

Termos de indexação: plantio direto, plantio convencional, DLB

INTRODUÇÃO

A aplicação de dejetos líquidos animais em solos agrícolas é prática usualmente utilizada por produtores de animais em confinamento. Se adequadamente aplicado, além de ser alternativa de destinação, promove melhoria na qualidade do solo. Por outro lado, quando aplicado inadequadamente pode promover efeitos negativos tais como perda de água, sedimento e nutrientes. Estudos com aplicação de dejetos e chuva simulada logo após a aplicação mostram o aumento da perda de solo, água e nutrientes por escoamento superficial, comprometendo o meio ambiente, mais especificamente a qualidade da água (Smith et al., 2007; Mori et al., 2009).

Dentre os nutrientes perdidos via escoamento o fósforo recebe maior atenção, uma vez que a eutrofização depende do transporte de P do solo até

os corpos d'água, o qual ocorre principalmente via escoamento superficial (Sharpley et al., 2001)

Os sistemas de manejo influenciam diretamente nas perdas de solo, água e nutrientes, sendo que os sistemas conservacionistas de manejo do solo, tais como plantio direto, mostram-se eficazes na redução de perdas de solo e água (Guadagnin et al., 2005).

Sendo assim, objetivou-se com esse trabalho verificar a perda de água, sedimento e fósforo em amostras indeformadas de solo com diferentes manejos sob aplicação de dejetos líquidos bovinos e intervalos pre-estabelecidos de chuva simulada.

MATERIAL E MÉTODOS

Tratamentos e amostragens

O experimento foi conduzido em laboratório de setembro/2014 a maio/2015, no National Soil Erosion Research Laboratory USDA-ARS em West Lafayette, Indiana. O solo utilizado no estudo foi coletado no Throckmorton Purdue Agricultural Center (TPAC) em Lafayette, IN, sendo classificado como solo argiloso (Soil Survey Staff, 1999).

Amostras indeformadas de solo foram coletadas, por meio de caixas metálicas com dimensão de 0,45 x 0,30 x 0,10 metros, na camada de 0-0,1 m em diferentes sistemas de manejo, convencional (PC) e plantio direto (PD).

O experimento consistiu de seis tratamentos sendo dois sistemas de manejo (PC e PD), dois intervalos de chuva simulada após a aplicação do DLB (24hs e 7dias) e mais os tratamentos controle (sem aplicação de dejetos), com três repetições cada tratamento. A dose de dejetos líquidos bovinos utilizada foi de 60 m³ há⁻¹.

Neste experimento, a simulação de chuva foi conduzida durante um período de 60 minutos após o início do escoamento com intensidade de aproximadamente 50 mm h⁻¹ e declive de 10%.

Antes de cada simulação, a umidade das amostras de solo foi ajustada para a capacidade do campo através de chuva simulada de baixa intensidade (12 mm h⁻¹), o que minimizou as



diferenças de umidade do solo entre os tratamentos.

Amostras de escoamento superficial foram coletadas, em frascos pré-pesados, a cada cinco minutos, por um período de dois minutos. Após as amostras foram pesadas e secas em estufa a 105° C e pesadas novamente. Nestas amostras foram determinadas as perdas de água e sedimentos.

Para as análises de nutrientes, amostras de escoamento de 60 ml foram coletadas a cada cinco minutos para posterior digestão, enquanto amostras de 20 ml foram coletadas, filtradas (0,45 µm) e acidificadas com ácido sulfúrico (50%). As análises colorimétricas foram conduzidas num Konelab Aquakem 20 (Termofisher Scientific). O Fósforo Reativo Dissolvido (PRD) foi analisado com o método EPA 365.2 (US EPA, 1983). As amostras não filtradas foram digeridas com sulfato de mercúrio e depois foram analisadas com o método EPA 365.4 para determinar o Fósforo Total (Pt) (US EPA, 1983). O fósforo na fração particulada foi obtido pela diferença entre os teores de fósforo total e os de fósforo solúvel.

Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1 – Perdas acumulada de água, sedimento e fósforo solúvel, particulado e total.

Tratamento†	Perdas acumuladas				
	Água mm h ⁻¹	Sedimento g m ⁻² h ⁻¹	PRD‡ mg m ⁻² h ⁻¹	Pp mg m ⁻² h ⁻¹	Pt
PC controle	35ab	845a	2.7d	453b	456bc
PC 24h	42a	742a	411a	1116a	1527a
PC 7dias	30b	263b	100b	211b	311c
PD controle	25bc	105c	6.1c	85c	91d
PD 24h	43a	596a	536a	303b	839ab
PD 7-days	17c	55c	49b	50c	99d
p-value	**	**	**	**	**
CV, %	3.9	5.1	4.2	3.9	3.3

† PC: Plantio convencional; PD: Plantio direto (controle, tratamento sem aplicação de DLB e chuva simulada; 24h, tratamento com aplicação de DLB e chuva simulada 24 horas após aplicação; 7dias, tratamento com aplicação de DLB e chuva simulada 7 dias após aplicação do DLB).

‡ PRD, Fósforo Reativo Dissolvido; Pp, Fósforo particulado (mineral e orgânico); Pt, Fósforo total.

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

Note: As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade).

Em relação a perda de água durante o período de chuva simulada, observa-se que tratamentos PC controle, PC 24h e PD 24h mostraram comportamento similar, apresentando um aumento exponencial nas perdas de água nos primeiros cinco minutos, sucedido de estabilização até o final do período de avaliação. (Gráfico 1a). Esse comportamento é atribuído ao provável selamento superficial do solo, promovido seja pela aplicação do DLB, no caso dos tratamentos PC 24h e PD 24h (Cherobim et al., 2015), ou pelo impacto da gota da chuva diretamente sobre o solo, no caso do PC controle (referencia). Esse efeito de selamento da superfície resulta em menor infiltração da água no solo e conseqüentemente em maior escoamento superficial. Para os tratamentos PD controle, PD 7dias e PC 7dias a perda de água apresentou comportamento linear, sendo que para o sistema de plantio direto isso pode ser explicado pela maior agregação do solo que é típico desse sistema. No PC 7dias é possível que o DBL seco tenha trabalhado como uma barreira de proteção contra a gota da chuva minimizando assim o selamento e possibilitando maior infiltração e menor escoamento superficial. As maiores perdas acumuladas de água (Tabela 1) ocorreram nos tratamentos com intervalo de 24 horas após aplicação de DLB, independente o sistema de manejo (-42 mm h^{-1}), enquanto que a menor perda ocorreu no PD 7dias (-17 mm h^{-1}).

A perda de sedimento demonstrou características similares à perda de água, sendo que no PC controle de 5 a 35 minutos ocorreram as maiores perdas quando comparado com PC 24hs e PD 24hs (Gráfico 1b). No entanto, em relação a perda acumulada de sedimento esses tratamentos não foram estatisticamente diferentes (Tabela 1). Esses dados corroboram com os encontrados para perda de água, enfatizando o efeito da obstrução dos poros pela aplicação do dejetto ou pelo impacto da gota da chuva. Em ambos os casos, a diminuição da infiltração resulta em maior escoamento superficial e conseqüentemente em maiores perdas de sedimento. Adicionalmente, o tratamento PC 7dias apresentou redução significativa na perda de sedimento, quando comparados a PC controle e PC 24hs (Tabela 1), reforçando a ação do dejetto como proteção do solo contra a desagregação pela chuva, especialmente em plantio convencional. As menores perdas ocorreram nos tratamentos PD controle e PD 24hs, sendo estas menores que $100 \text{ g m}^{-2} \text{ h}^{-1}$, esses dados corroboram com estudos em PD que mostram menores perdas de sedimento em relação ao plantio convencional.



Em relação as perdas de fósforo, a fração de fósforo solúvel (PRD) mostrou comportamento constante para os tratamentos PC controle, PD controle, PC 7dias e PD 7dias, sendo que para o controle as perdas foram inferiores às apresentadas em 7 dias. Para os tratamentos PC 24hs e PD 24hs, as perdas foram maiores no início do período, com posterior diminuição gradativa (Gráfico 2a). As menores perdas acumuladas de fosforo solúvel ocorreram nos tratamentos PC controle e PD controle (~ 3 e $6 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$, respectivamente), enquanto as maiores perdas ocorreram em PC 24 hs e PD 24hs, mostrando que o maior risco de perda de P solúvel ocorre em eventos de precipitação logo após a aplicação de dejetos líquido animal (Allen e Mallarino, 2008), uma vez que no intervalo de 7 dias após a aplicação as perdas foram significativamente menores quando comparados aos tratamentos de 24 hs após aplicação, independente do sistema de manejo (Tabela 1).

Em relação ao fósforo total e fósforo particulado, os gráficos 2b e 2c mostram similaridade em relação ao comportamento das perdas ao longo do tempo de avaliação, exceto para o tratamento PD 24hs. Essa similaridade deve-se ao fato de que a maior fração de fósforo perdida durante o escoamento foi na forma particulada (mineral e/orgânica). Para as perdas acumuladas (Tabela 1), o tratamento PC 24hs apresentou maior perda quando comparado com PD 24hs, provavelmente devido a maior perda de partículas de solo durante o escoamento superficial. Isso pode ser sugerido observando o tratamento PC controle que apresentou maiores perdas de fosforo total quando comparado com o PD controle. Comparando os períodos após aplicação do DLB, pode-se observar que as perdas de P total e P particulado ocorridas em 7dias foram muito menores do que as perdas ocorridas em 24hs. As perdas de fósforo total e particulado estão diretamente ligadas com a perda de sedimento, sendo assim, quanto menor a perda de sedimento menor será a perda de fósforo total.

Analisando o conjunto de resultados é possível propor que após o intervalo de 7dias entre a aplicação do DLB e a ocorrência de precipitação, o dejetos não promove grandes riscos, já que as perdas são similares aos tratamentos controle, exceto para fosforo solúvel. É importante que os agricultores utilizem ferramentas climatológicas para que a aplicação do dejetos líquido bovino seja realizada com um intervalo mínimo de 7 dias entre aplicação e a ocorrência de chuva, para minimizar as perdas de água, sedimento e nutrientes e maximizar o potencial do dejetos como fertilizante.

CONCLUSÕES

As maiores perdas de água solo e fósforo ocorreram no intervalo de 24 horas após a aplicação do DLB, independente do sistema de manejo.

Após 7 dias de aplicação, o dejetos não influenciou nas perdas de fósforo total e particulado e promoveu redução nas perdas de água e sedimento em ambos os sistemas de manejo.

AGRADECIMENTOS

A Purdue University e ao National Soil Erosion Research Laboratory NESRL/ USDA-ARS.

REFERÊNCIAS

ALLEN, B.L. & MALLARINO, A.R. Effect of liquid swine manure rate, incorporation, and timing of rainfall on phosphorus loss with surface runoff. *Journal Environmental Quality*, 37:125-137, 2008.

CHEROBIM, V.F.; FAVARETTO N.; ARMINDO R.A.; BARTH, G.; DIECKOW, J.; PAULETTI, V. Water infiltration post-liquid dairy manure application in no-till Oxisol of Southern Brazil. *Soil and Tillage Research*, 153:104-111, 2015.

GUADAGNIN, J. C. et al. Perdas de solo, água e nitrogênio em diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29:277-286, 2005.

MORI, H.F.; FAVARETTO, N.; PAULETTI, V.; DIECKOW, J. & SANTOS, W.L dos. Perda de água, solo e fósforo com aplicação de dejetos líquido bovino em Latossolo sob plantio direto e com chuva simulada. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 33:189-198, 2009.

SHARPLEY, A.N.; McDOWELL, R.W. & KLEINMAN, J.A. Phosphorus loss from land to water: Integrating agricultural and environmental management. *Plant and Soil*, 237:287-307, 2001.

SMITH, D. R.; OWENS, P. R.; LEYTEM, A.B. & WARNEMUENDE, E. A. Nutrient losses from manure and fertilizer applications as impacted by time to first runoff event. *Environmental Pollution*, 147:131-137, 2007.

Soil Survey Staff, 1999. *Soil taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys*, 2nd ed. Washington, DC: USDA, NRCS.

U.S EPA, 1983. *Methods for chemical analysis of water and wastes*. EPA-600/4-79-020. USEPA, Cincinnati, OH.

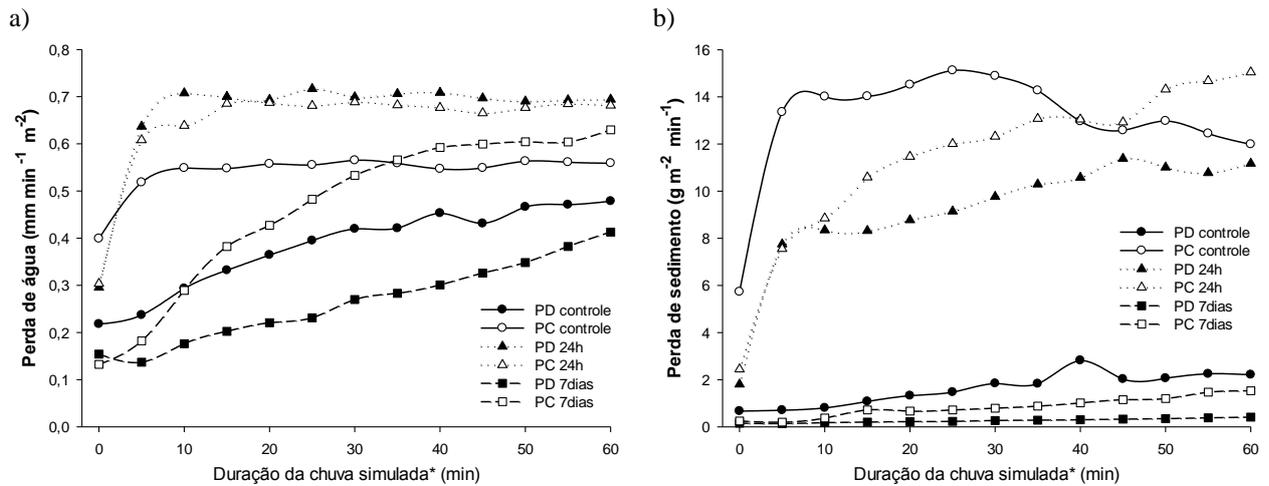


Gráfico 1. Perda de água (a) e sedimento (b) sob chuva simulada ($\sim 50 \text{ mm h}^{-1}$) pelo período de 60 minutos em diferentes tratamentos.

* A duração da chuva simulada é referente ao período de 60 minutos após o início do escoamento superficial.

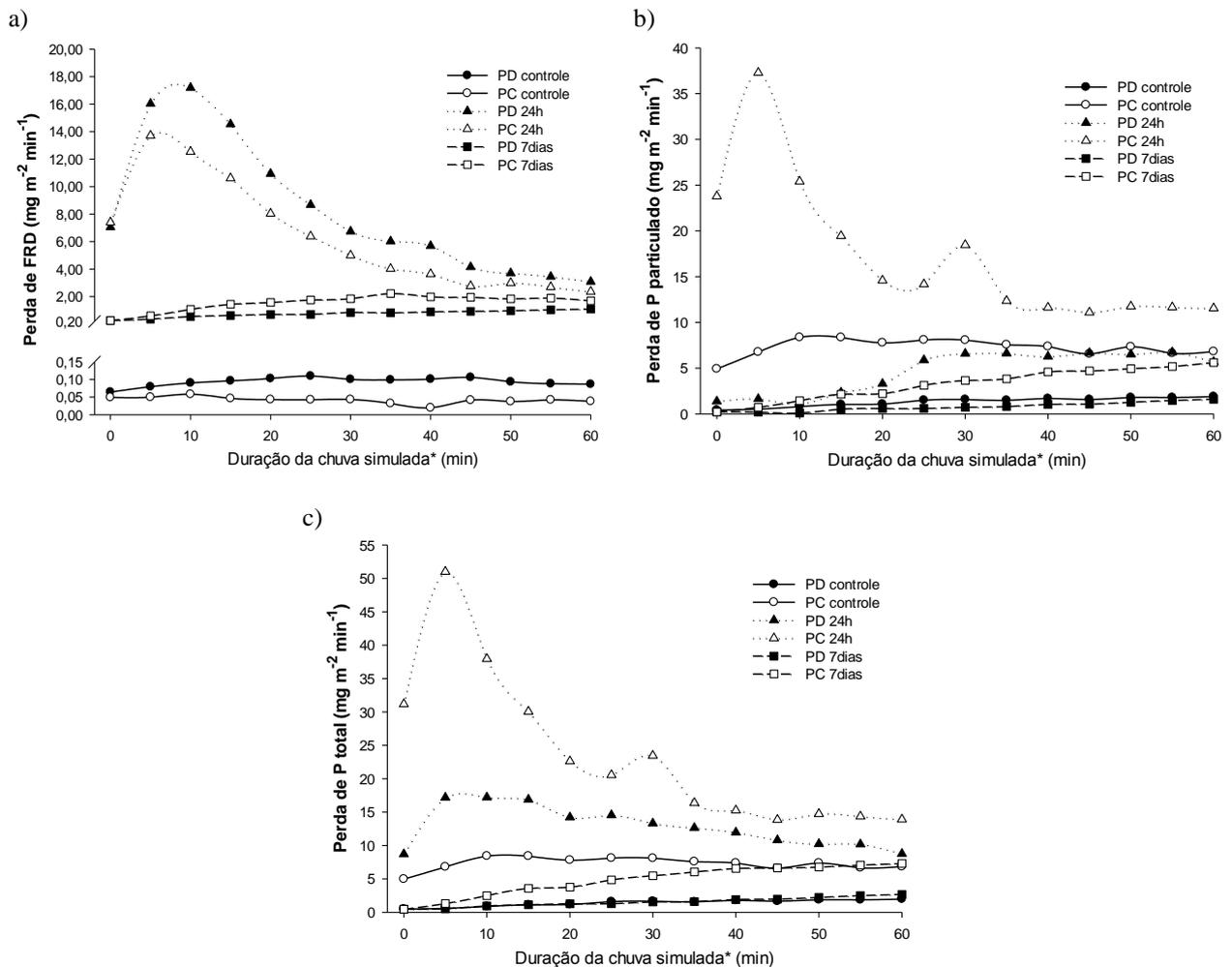


Gráfico 2. Perda de Fósforo solúvel (a), Fósforo particulado (b) e Fósforo total (c) sob chuva simulada ($\sim 50 \text{ mm h}^{-1}$) pelo período de 60 minutos em diferentes tratamentos * A duração da chuva simulada é referente ao período de 60 minutos após o início do escoamento superficial.