

# Altura de manejo de papuã e propriedades de solo em sistema de integração lavoura-pecuária<sup>1</sup>

Diego Bortolini<sup>2</sup>, João Alfredo Braidá<sup>3</sup>, Luís César Cassol<sup>4</sup>, Francisco Migliorini<sup>5</sup>,  
Marciela Rodrigues da Silva<sup>5</sup>, Jussara Maria Ferrazza<sup>6</sup>

## RESUMO

No sul do Brasil, há ocorrência espontânea de papuã (*Urochloa plantaginea* (Link) R.D. Webster), nas lavouras, no período de verão, sendo que essa planta possui grande potencial forrageiro. Neste trabalho, objetivou-se avaliar as alterações ocorridas nas características físicas e na matéria orgânica do solo, em pasto de papuã, com diferentes alturas de manejo, na presença e na ausência de pisoteio animal. O trabalho foi realizado na Estação Experimental do IAPAR, no município de Pato Branco, Paraná. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com três repetições. Os tratamentos foram arrançados em esquema bifatorial, com parcelas subdivididas, durante o período de pastejo. As parcelas receberam os níveis do fator altura de manejo de pasto de papuã (0,1; 0,2; 0,3 e 0,4 m), enquanto as subparcelas foram constituídas de áreas com (pastejadas por cabras) e sem pisoteio animal (corte manual). Foram avaliados, após o período de pastejo, os teores de matéria orgânica, a densidade, a porosidade total, a macro e a microporosidades do solo. De maneira geral, a altura de manejo do papuã, na presença, ou não, de pisoteio animal, não alterou significativamente as características físicas e a matéria orgânica do solo, avaliadas após o primeiro ciclo de aplicação dos tratamentos. O pisoteio animal não causou compactação adicional e, mesmo com pastejo animal, os teores de matéria orgânica no solo mantiveram-se altos.

**Palavras-chave:** plantio direto, manejo do solo, cobertura do solo, matéria orgânica do solo.

## ABSTRACT

### Alexandergrass sward height management and properties of soil in crop-livestock system

In southern Brazil there is spontaneous occurrence of alexandergrass (*Urochloa plantaginea* (Link) R.D. Webster) in crops during summer, and this plant has great potential forage production. The objective of this study was to evaluate the changes in physical characteristics and soil organic matter in pastures of Alexandergrass with different sward heights, in the presence and absence of animal trampling. The experiment was conducted at the Experimental Station IAPAR, in Pato Branco. The experimental design was randomized blocks with three replications. The treatments were arranged in a split-plot factorial model during the grazing period. The plots consisted of levels of the factor height of pasture management (0.1, 0.2, 0.3 and 0.4 m), while the subplots consisted of areas with (grazed by goats) and

Recebido para publicação em 23/07/2012 e aprovado em 22/04/2013.

<sup>1</sup>Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor.

<sup>2</sup>Engenheiro-Agrônomo, Mestre. Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Avenida Luís de Camões, 2090, 88520-000, Lages, Santa Catarina, Brasil. diegobortanbortolini@gmail.com (autor correspondente).

<sup>3</sup>Engenheiro-Agrônomo, Doutor. Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Realeza, Avenida Rubens Cesar Caselani, 3806, 85770-000, Realeza, Paraná, Brasil. braidada@uffs.edu.br

<sup>4</sup>Engenheiro-Agrônomo, Doutor. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco, Via do Conhecimento, Km 01, 85503-390, Pato Branco, Paraná, Brasil. cassol@utfpr.edu.br

<sup>5</sup>Engenheiros-Agrônomos, Mestres. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco, Via do Conhecimento, Km 01, 85503-390, Pato Branco, Paraná, Brasil. francisco\_migliorini@yahoo.com.br; marcielarodrigues@yahoo.com.br

<sup>6</sup>Zootecnista, Mestre. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco, Via do Conhecimento, Km 01, 85503-390, Pato Branco, Paraná, Brasil. jussaraferrazza@yahoo.com.br

without animal trampling (manual cutting). After the grazing period, the variables organic matter levels, bulk density, total porosity, macro and micro porosities of the soil were evaluated. Generally, the management height of alexandergrass, in the presence or absence of trampling, did not significantly affect the physical characteristics and soil organic matter after the first cycle of treatment application. Animal trampling caused no additional compression and even with animal grazing, the organic matter levels in the soil remained high.

**Key words:** No-till system, soil management, soil cover, soil organic matter.

## INTRODUÇÃO

O sistema de integração lavoura-pecuária (SILP) é amplamente utilizado no Brasil, visando a otimizar o uso das áreas agrícolas, e nele se utilizam culturas anuais para produção de grãos, associadas a pastagens para animais para produção de carne e, ou, leite. A inclusão de animais nos sistemas agrícolas aumenta a complexidade de manejo do sistema, mas traz benefícios, como o aumento da diversidade de fontes de renda para os agricultores (Flores *et al.*, 2007).

O sucesso do SILP também passa pela escolha da espécie vegetal. Por razões econômicas e culturais, a soja tem sido a principal cultura de verão e, a aveia preta e o azevém, as forrageiras que constituem as pastagens de inverno (Nicoloso *et al.*, 2008). Entretanto, é possível o cultivo de forrageiras no verão, para pastejo animal, e culturas anuais no inverno, para a produção de grãos, sendo que, para sistemas que utilizam pastagens, no verão, e produção de grãos (trigo e outros cereais), no inverno, uma alternativa é o papuã (*Urochloa plantaginea* (Link) R.D. Webster) (Adami *et al.*, 2010).

O manejo adequado do componente animal faz-se necessário, para que não ocorram problemas de degradação do solo. Quando mal manejado o solo, problemas como selamento superficial e compactação na camada superficial aparecerão, especialmente quando os animais permanecem em pasto nos dias em que o solo está muito úmido (Lanzanova *et al.*, 2007), além da utilização de alta carga animal. A menor quantidade de biomassa pode ter reflexos sobre o processo de compactação do solo, seja por afetar o teor de matéria orgânica, com reflexos sobre o comportamento físico do solo, seja porque os resíduos vegetais atuam atenuando a carga aplicada pelas patas dos animais, conforme demonstrado por Braida *et al.* (2006).

O objetivo deste trabalho foi determinar as alterações ocorridas nas características físicas e no teor de matéria orgânica do solo, promovidas pelo manejo de pastagem de papuã em diferentes alturas, com e sem pisoteio animal, dentro do sistema de integração lavoura-pecuária, no ano de instalação desse sistema, em área de plantio direto consolidado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Unidade Experimental do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), no município de Pato Branco, Paraná, pertencente à região fisiográfica denominada Terceiro Planalto Paranaense, com coordenadas de 25° 07' Sul e 52° 41' Oeste, em altitude média de 700 m. O clima da região é do tipo Cfa, segundo classificação de Köppen (Maak, 1968). A precipitação pluviométrica apresenta variação, na média dos últimos dez anos, de 1.578 a 3.101 mm por ano, com temperatura média das máximas de 25 °C e, das mínimas, de 14,2 °C (IAPAR, 2011).

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico, segundo o SiBCS (Embrapa, 2006), apresentando relevo ondulado e textura muito argilosa. No dia 04 de janeiro de 2010, foi realizada coleta de solo, com a finalidade de caracterizar a área experimental, quanto às características físicas, e, ao teor de matéria orgânica (Tabela 1). A área já vinha sendo cultivada sob sistema de plantio direto (SPD) há mais de dez anos. A cultura antecessora ao experimento foi a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) cv. IAPAR 61, consorciada com azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) cv. São Gabriel. Foi utilizado pasto de papuã, obtido por ressemeadura espontânea.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições. Os tratamentos foram arrançados em esquema bifatorial de parcelas subdivididas, durante o período de pastejo. As parcelas receberam os níveis do fator altura de manejo do pasto de papuã (0,10; 0,20; 0,30 e 0,40 m), enquanto nas subparcelas foram aplicados os níveis do fator forma de manejo (manejo com pastejo por cabras ou por corte manual), dentro de cada nível do fator altura de manejo do pasto. As subparcelas manejadas por corte foram obtidas mediante o uso de gaiolas de exclusão (gaiola em local fixo), com área de 1 m<sup>2</sup>, nas quais a altura do pasto era controlada mediante corte manual e não havia pisoteio animal; já as subparcelas com pisoteio animal constituíam-se do restante da área da parcela, onde o pasto foi pastejado por cabras. A aplicação dos tratamentos foi feita no período de verão, iniciando-se o pastejo no dia 05 de janeiro e terminando no dia 30 de

março de 2010, totalizando 84 dias. A finalização do período de pastejo deu-se quando o pasto já não suportava as cargas animais dos “testers”, sem que houvesse perda significativa na altura do pasto dentro de cada tratamento. Os animais utilizados foram cabras do cruzamento das raças SRD e Boer, provenientes da própria estação experimental, com média de um ano de idade. No dia anterior ao início do pastejo, os animais foram pesados, após jejum de 16 horas, apresentando peso médio inicial de 40 kg/animal.

O manejo do pasto nas alturas pretendidas foi realizado mediante o uso de animais “testers” e um número variável de animais reguladores, que constitui técnica denominada “put-and-take” (Mott & Lucas, 1952), em pastejo contínuo com taxa de lotação variável. O início do pastejo com os animais “testers” aconteceu no dia 05 de janeiro de 2010, sendo que durante os sete dias anteriores os animais controle pastejaram a área, com o objetivo de alcançar as alturas de manejo do pasto, pretendidas para cada tratamento. Durante o período do experimento, semanalmente, além dos animais “testers”, foram colocados ou retirados animais controle para regular a altura do pasto, conforme o tratamento, calculando-se a carga animal necessária para se alcançar a altura de manejo do pasto pretendida em cada tratamento. Semanalmente, também, foram realizados cortes do pasto dentro das gaiolas de exclusão de pisoteio animal, conforme a altura prevista para o tratamento naquela parcela, visando a simular o efeito do pastejo, mas sem o efeito do pisoteio animal. O material cortado era retirado da parcela experimental.

Foram realizadas avaliações físicas e do teor de matéria orgânica do solo, logo após a retirada dos animais. As avaliações de densidade do solo, porosidade total, macro e microporosidades seguiram a metodologia da Embrapa (1997), mediante a coleta de amostras indeformadas, em anéis metálicos, com dimensões médias de 0,03 m de altura e 0,06 m de diâmetro. Além disso, foram coletadas amostras para determinação de carbono orgânico (método Walkley Black). As avaliações físicas e de matéria orgânica foram realizadas em quatro camadas: 0,00-0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,15 e 0,15-0,20 m de profundidade.

As avaliações das características do solo foram realizadas, separadamente, em cada camada analisada e os resultados das avaliações foram submetidos à análise de variância, complementada pelo teste de regressão, no caso do fator altura de manejo, sendo adotado o modelo de maior grau com significância pelo teste F a 5% de probabilidade de erro. Para o fator qualitativo, com e sem pisoteio, foi usada a análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade, para verificação das diferenças entre médias. Foram realizados, ainda, estudos de correlação simples, entre as diversas variáveis avaliadas, calculando-se o coeficiente de correlação e sua significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variância dos dados obtidos, após o pastejo do papuã por caprinos, não identificou interação significativa entre os fatores altura de manejo de papuã e forma de manejo, para a matéria orgânica do solo (MOS), em todas as camadas de solo. A análise dos fatores isolados evidenciou que a MOS variou, significativamente com o fator altura de manejo de papuã, nas camadas 0,05-0,10 e 0,10-0,15 m, na avaliação realizada após o período de pastejo (Figura 1) No estudo da influência do fator pisoteio animal, não houve variância significativa entre as áreas com, e sem pastejo direto, em todas as camadas de solo analisadas, para a MOS; portanto, a presença de animais na área de pasto não influenciou, significativamente, os teores de matéria orgânica do solo, em todas as camadas analisadas.

Os teores de MOS foram altos, mesmo nas camadas mais profundas, situando-se acima de 40 g dm<sup>-3</sup>, indicando que o sistema de manejo do solo adotado na área experimental tem contribuído para seu acúmulo e, ou, manutenção e, na camada superficial, os teores de MOS foram superiores a 60 g dm<sup>-3</sup> (Figura 1). Na camada 0,05-0,10 m, o teor de MOS apresentou resposta quadrática, na avaliação no pós-pastejo, enquanto, na camada 0,10-0,15 m houve resposta linear, em função da altura de manejo do pasto. O estudo da correlação simples entre os valores de MOS e a altura real do pasto, observada nas diferentes parcelas pastejadas, mostrou não existir correlação entre

**Tabela 1.** Características físicas do solo, em profundidade, antes da implantação do experimento no município de Pato Branco, Paraná

Camada m	Matéria orgânica g dm <sup>-3</sup>	Areia	Silte	Argila	Densidade de partícula Mg m <sup>-3</sup>	Densidade do solo	Porosidade		
							Macro	Micro	Total
0,00-0,05	73,7	3,2	36,6	60,2	2,48	1,11	0,23	0,45	0,68
0,05-0,10	58,0	2,4	35,8	61,8	2,58	1,27	0,19	0,45	0,64
0,10-0,20	51,2	2,2	34,2	63,6	2,59	1,24	0,19	0,44	0,63
Média	67,1	2,6	35,5	61,9	2,55	1,21	0,20	0,44	0,65

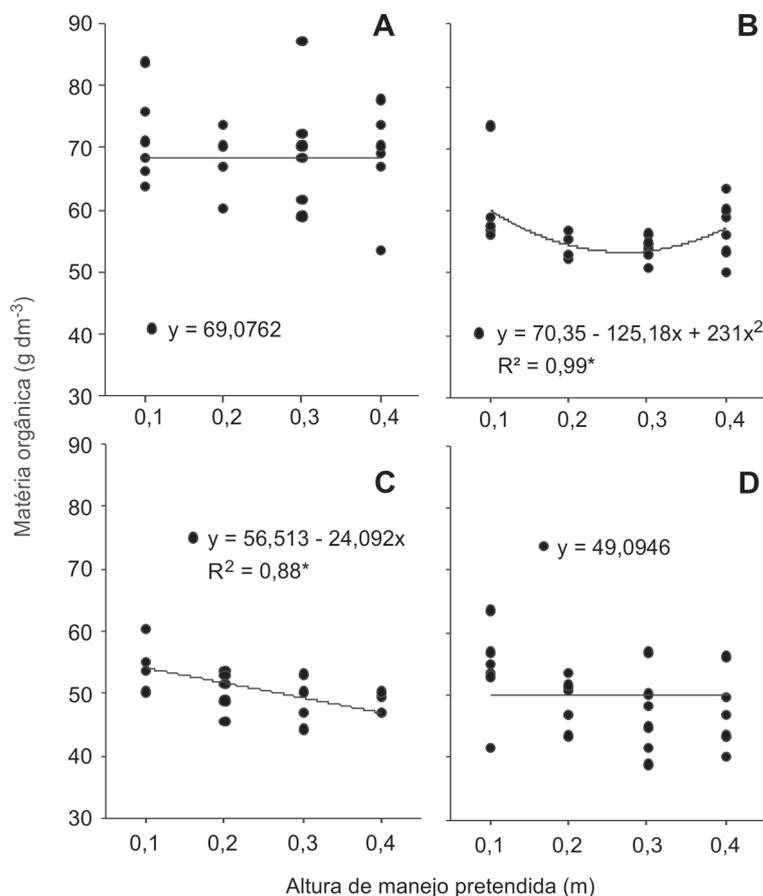
as duas variáveis na camada 0,05-0,10 m, enquanto, na camada 0,10-0,15 m, observou-se correlação significativa ( $r = -0,63$ ;  $\alpha < 0,01$ ), indicando que, nesta camada, o teor de MOS tendeu a decrescer quando a altura de pastejo cresceu. Isso ocorreu, provavelmente, porque o experimento refere-se ao primeiro ciclo de produção, quando ainda não é possível observar os efeitos positivos sobre o acúmulo de MOS, do maior aporte de resíduo orgânico, observado no manejo com maior altura de pastejo.

Souza *et al.* (2010), trabalhando com diferentes alturas de manejo de pasto de aveia e azevém, em Latossolo Vermelho distroférrico, obtiveram aumento linear no estoque de carbono, até o sexto ano de pastejo. Entretanto, no manejo de pasto de forma intensiva (manejo com 0,10 m de altura do pasto de aveia + azevém), o incremento ocorreu somente até o terceiro ano e, depois, houve redução até o sexto ano de pastejo.

Os resultados encontrados neste estudo, de certa forma, corroboram os de Flores *et al.* (2007), pois, em solos com teores elevados de argila, não se espera encontrar diferenças entre os tratamentos, nos primeiros anos de estudo. As diferenças possivelmente se evidenciarão com

a avaliação de mais anos de experimento, pois a continuidade do uso de sistemas de alta intensidade de pastejo, em solo de textura muito argilosa (Tabela 1), vem a causar a destruição das estruturas que proporcionam a oclusão da matéria orgânica, expondo-a à ação da microbiota decompositora, e aliada à baixa adição de resíduos pela parte aérea e à exportação e perdas, via respiração microbiana, que são muito superiores que as verificadas em menores intensidades de pastejo (Zinn *et al.*, 2005; Souza *et al.*, 2010).

A análise da variância para as propriedades avaliadas, na coleta de solo logo após o pastejo do papuã por caprinos, não apresentou interação significativa entre alturas de manejo da pastagem e pisoteio animal, para densidade do solo, porosidade total em todas as camadas avaliadas e também para macro e microporosidades do solo nas camadas 0,05-0,10 m, 0,10-0,15 m e 0,15-0,20 m. Observou-se interação significativa entre os fatores para macro e microporosidades na camada 0,00-0,05 m. Para as alturas de manejo da pastagem de papuã, houve resposta significativa linear para densidade do solo na camada 0,15 a 0,20 m. Os valores observados para a porosidade total



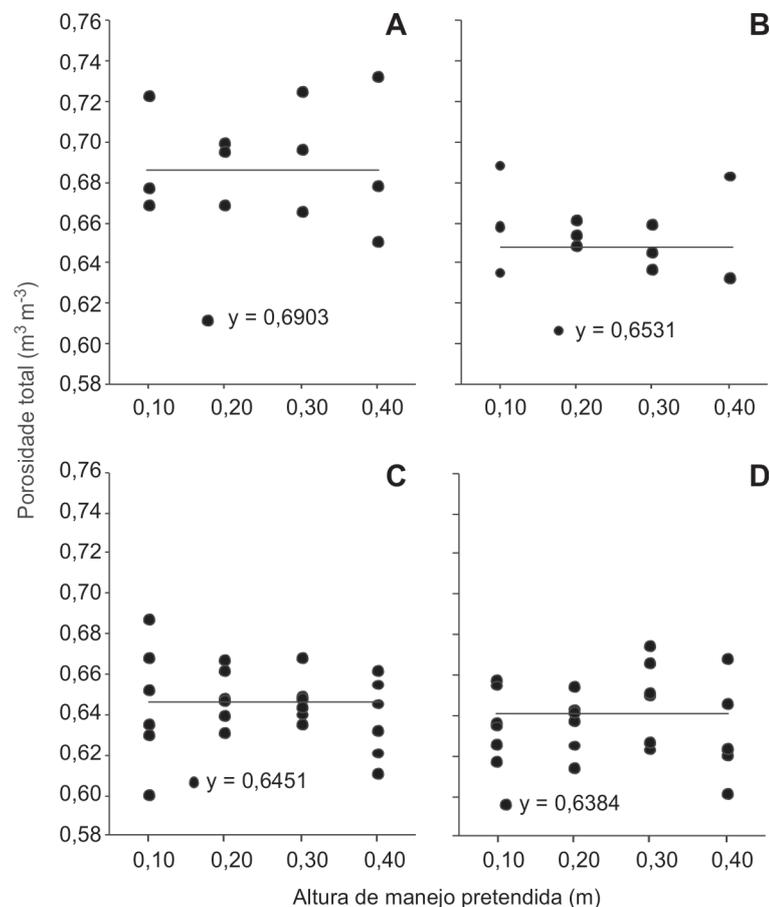
**Figura 1.** Matéria orgânica do solo em área de sistema de integração lavoura-pecuária sob sistema de plantio direto, subsequente ao pasto de papuã pastejado por caprinos. (A) camada 0,00-0,05 m; (B) camada 0,05-0,10 m; (C) camada 0,10-0,15 m; (D) camada 0,15-0,20 m. \*\*Significativo a 1% de probabilidade de erro.

do solo são relativamente altos, sendo superiores a  $0,60 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ , em todos os tratamentos e camadas analisadas (Figura 2). Apesar de altos, esses valores indicam que o solo já apresenta sinais de degradação física, pois, conforme dados apresentados por Gasparetto *et al.* (2009), em estudo realizado com um solo pertencente à mesma unidade de mapeamento do solo deste estudo, em condições de mata nativa, a porosidade total média na camada de 0,00-0,50 m de profundidade era de  $0,72 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ .

Na camada de 0,00-0,05 m, foi encontrada interação entre forma e altura de manejo do pasto de papuã e a macroporosidade do solo (Figura 3). Na média dos tratamentos, a área pastejada por cabras apresentou, significativamente, menor macroporosidade para a altura de manejo do pasto, de 0,40 m, e maior, na 0,30 m, do que a área sem pisoteio animal (corte manual) e não apresentou diferença significativa para as menores alturas de manejo da pastagem. Já, para o fator altura de manejo do pasto, a análise de regressão mostrou que as equações testadas não apresentaram significância estatística. Diferentemente de na camada 0,00-0,05 m, nas demais camadas do solo não houve interação entre os fatores estudados e não se

observaram diferenças significativas entre a área com, e a sem pisoteio animal, indicando que o pisoteio não alterou o volume de macroporos. Provavelmente, isso ocorreu porque a profundidade de efeito das cargas aplicadas na superfície do solo é diretamente proporcional ao tamanho da área de aplicação (Hillel, 1998). Assim, como neste estudo, as cargas aplicadas são resultantes do pisoteio de caprinos, cujo casco tem pequena área de contato com o solo, o efeito das cargas ficaria restrito à camada mais superficial do solo. Bezerra (2008) verificou que o diâmetro médio das patas de caprinos provenientes do cruzamento das raças Boer e SRD, com idade de 120 dias, é de 0,022 m que se deve assemelhar com o dos animais deste estudo, e, dessa forma, o efeito do pisoteio de caprinos sobre o solo refletir-se-ia, em média, até os 0,025 m de profundidade.

De maneira geral, observou-se que a macroporosidade média das parcelas foi superior a  $0,15 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ , valor que não representa, teoricamente, riscos ao desenvolvimento das plantas, uma vez que, é superior a  $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  (Beltrame *et al.*, 1981). Entretanto, os valores médios observados neste estudo são inferiores aos observados por Gasparetto *et*



**Figura 2.** Porosidade total do solo em área de sistema de integração lavoura-pecuária sob sistema de plantio direto, subsequente ao pasto de papuã pastejado por caprinos. (A) camada 0,00-0,05 m; (B) camada 0,05-0,10 m; (C) camada 0,10-0,15 m; (D) camada 0,15-0,20 m. \*Significativo a 5% de probabilidade de erro.

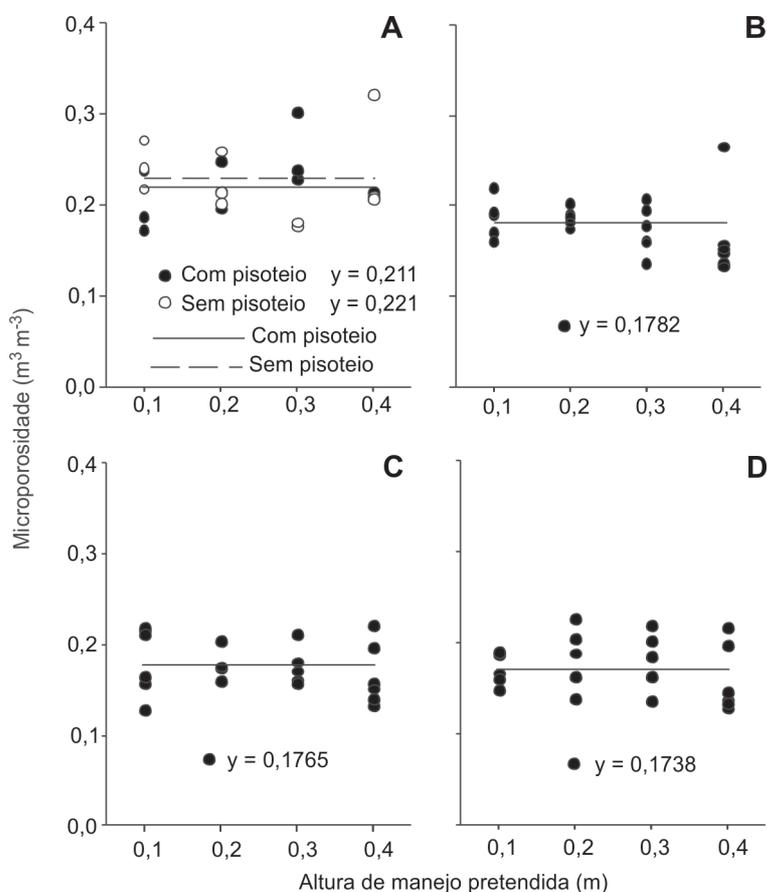
*al.* (2009), em estudo realizado em dois solos pertencentes à mesma unidade de mapeamento do solo deste estudo, que apresentavam macroporosidade média de 0,28 e 0,27  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$  na camada de 0,00-0,50 m de profundidade, indicando que o uso do solo provocou compactação nas camadas superficiais, mas que o pisoteio por caprinos não provocou compactação adicional.

Albuquerque *et al.* (2001), trabalhando em Nitossolo com textura argilosa, encontraram redução no volume de macroporos e, conseqüentemente, da condutividade hidráulica saturada, na camada superficial do plantio direto com pastejo, em decorrência do trânsito de máquinas e implementos agrícolas, utilizados no plantio do milho, e ao pisoteio animal, no período de inverno. Resultado semelhante foi encontrado por Lanzanova *et al.* (2007), em Argissolo, e por Marchão *et al.* (2007), em Latossolo Vermelho, no cerrado.

Na camada de 0,00-0,05 m, verificou-se que o fator forma de manejo produziu diferenças significativas na microporosidade (Figura 4), sendo que, para as alturas 0,10 e 0,40 m, a microporosidade foi maior na área pastejada por caprinos, enquanto, nas parcelas manejadas com 0,30 m de altura, a microporosidade foi maior

nas parcelas manejadas com corte manual. Nesta camada, observou-se, ainda, que nas parcelas com pisoteio animal, a microporosidade não foi afetada pela altura de manejo do pasto, mas respondeu de forma quadrática à altura de manejo nas parcelas manejadas por corte manual do pasto (Figura 4). Nas demais camadas estudadas, na avaliação realizada logo após o término do período de pastejo, a microporosidade do solo não respondeu significativamente a nenhum dos fatores estudados, fato confirmado pela ausência de correlação simples significativa entre microporosidade e altura real média do pasto observada.

Na avaliação pós-pastejo, a densidade do solo respondeu significativamente à altura de manejo do pasto de papuã apenas na camada 0,15-0,20 m (Figura 5). Não houve diferenças na densidade do solo, provocadas pelo pisoteio animal em função da forma de manejo do pasto. De maneira geral, os valores médios de densidade do solo na camada superficial foram menores que os observados nas demais camadas. Flores *et al.* (2007) encontraram comportamento semelhante, em experimento em Latossolo Vermelho, manejado sob SPD e SILP, com diferentes intensidades de pastejo por bovinos, em pasto de aveia



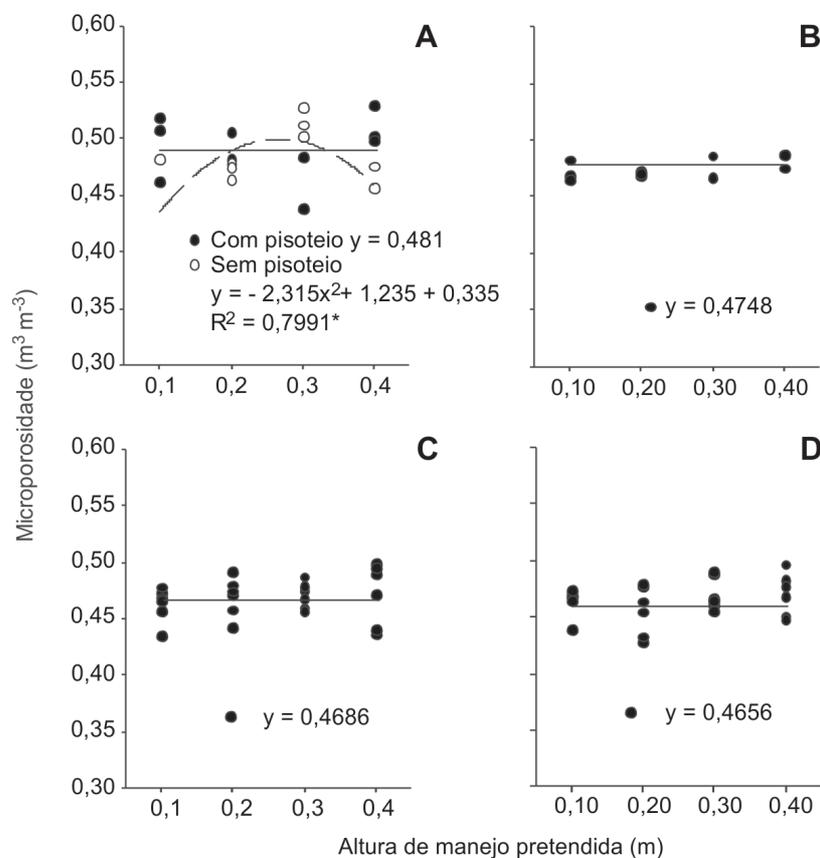
**Figura 3.** Macroporosidade do solo em área de sistema de integração lavoura-pecuária sob sistema de plantio direto, subsequente ao pasto de papuã pastejado por caprinos. (A) camada 0,00-0,05 m; (B) camada 0,05-0,10 m; (C) camada 0,10-0,15 m; (D) camada 0,15-0,20 m. \*Significativo a 5% de probabilidade de erro.

preta e azevém. Provavelmente, isso pode ser atribuído aos altos valores de matéria orgânica na camada mais superficial do solo, o que contribui para reduzir a densidade média do solo, já que a MOS é muito menos densa que a fração mineral, e, ainda, por que os materiais orgânicos ali presentes contribuem para reduzir o efeito das forças compactantes (Braida *et al.*, 2006).

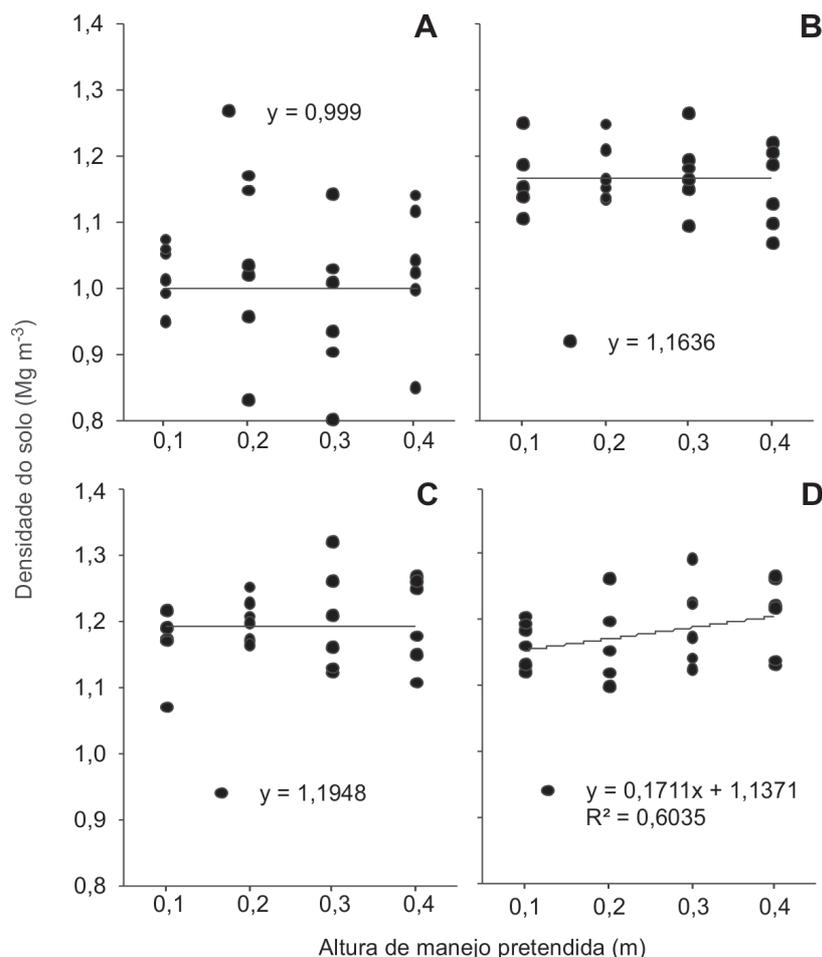
Os valores médios de densidade do solo mantiveram-se abaixo do valor crítico apontado por Reinert & Reichert (1999), que se situa entre 1,25 e 1,30 Mg m<sup>-3</sup> para solos com mais de 60% de argila, como o deste estudo. Entretanto, Gasparetto *et al.* (2009), em estudo com dois solos da mesma unidade de mapeamento do solo deste estudo, observaram que, em condições de mata nativa, os valores médios de densidade, na camada até 0,50 m de profundidade, eram de 0,84 e 0,94 Mg m<sup>-3</sup>, indicando que o uso agrícola da área experimental, anterior à instalação do experimento, já produziu alteração importante nas características físicas do solo.

Considerando-se que o solo deste estudo vinha sendo cultivado com lavoura anual em SPD, há mais de dez anos, e que os tratores agrícolas e colhedoras, em geral, produzem cargas superficiais entre 100 e 200 kPa

(Carpenedo, 1994) e, ainda, que a área efetivamente trafejada pode chegar a 56 e 95% em um único ano agrícola, respectivamente, para plantio direto e convencional (Kroulik *et al.*, 2009), é muito provável que a pressão exercida pelas patas dos caprinos tenha sido inferior à pressão de pré-consolidação do solo da área experimental. Por isso, não seria esperado observar alteração significativa da densidade e da porosidade do solo. Loss *et al.* (2011) concluíram que o uso de braquiária (*Urochloa ruziziensis* (R. Germ. & C.M. Evrard) Crins) no cerrado brasileiro, em SPD e SILP, favoreceu o aumento dos índices de agregação do solo na camada superficial, em comparação ao mesmo efeito do SPD, sem braquiária. Esses autores atribuíram essa ocorrência à grande área de atuação do sistema radicular da braquiária, que favorece o aumento dos teores de matéria orgânica e a estruturação do solo, com reflexos na sua densidade. Semelhante resultado foi encontrado por Silveira *et al.* (2011). Porém, Santos *et al.* (2011) encontraram aumento da densidade do solo, em Latossolo do cerrado, em área conduzida sob SILP, em comparação com o mesmo efeito em cerrado nativo e área de pastejo contínuo, com compactação na camada superficial.



**Figura 4.** Microporosidade do solo em área de sistema de integração lavoura-pecuária sob sistema de plantio direto, subsequente ao pasto de papuã pastejado por caprinos. (A) camada 0,00-0,05 m; (B) camada 0,05-0,10 m; (C) camada 0,10-0,15 m; (D) camada 0,15-0,20 m. \*Significativo a 5% de probabilidade de erro.



**Figura 5.** Densidade do solo em área de sistema de integração lavoura-pecuária sob sistema de plantio direto, subsequente ao pasto de papuã pastejado por caprinos. (A) camada 0,00-0,05 m; (B) camada 0,05-0,10 m; (C) camada 0,10-0,15 m; (D) camada 0,15-0,20 m. \*\*Significativo a 1% de probabilidade de erro.

## CONCLUSÕES

O sistema de integração lavoura-pecuária apresentou altos teores de matéria orgânica do solo e, no ano de instalação, não causou redução nos seus teores, mesmo sob alta intensidade de pastejo.

O pisoteio de caprinos em pasto de papuã manejado em diferentes alturas, no primeiro ciclo de cultura, não produziu compactação adicional do solo manejado em sistema plantio direto, quando avaliado pelas variáveis: porosidade total, macroporosidade, microporosidade, densidade do solo e resistência à penetração.

## REFERÊNCIAS

- Adami PF, Soares AB, Assmann TS, Assmann AL, Sartor LR, Pitta CSR, Franchim MF & Migliorini F (2010) Dynamic of a papuã pasture under two grazing intensities and two nitrogen levels. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39:2569-2577.
- Albuquerque JA, Sangoi L & Ender M (2001) 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.
- Beltrame LFS, Gondin LAP & Taylor JC (1981) Estrutura e compactação na permeabilidade de solos do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 5:145-149.
- Bezerra DM (2008) Ação do pastejo sobre a composição florística do estrato herbáceo e atributos do solo do semiárido da Paraíba. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. 68p.
- Braida JA, Reichert JM, Veiga M da & Reinert DJ (2006) Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no ensaio proctor. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 30:605-614.
- Carpenedo V (1994) Compressibilidade de solos em sistemas de manejo. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 106p.
- Embrapa (1997) Manual de métodos de análise de solo. 2ª ed. Rio de Janeiro, Embrapa-Solos. 212p.
- Embrapa (2006) Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2ª ed. Rio de Janeiro, Embrapa-Solos. 306p.
- Flores JPC, Anghinoni I, Cassol LC, Carvalho PCF, Leite JGDB & Fraga TI (2007) 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.

- Gasparetto E, Braida JA, Carneiro M & Scariot JA (2009) Propriedades físicas em solos argilosos do Sudoeste do Paraná utilizados com lavoura anual e mata nativa. In: XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Fortaleza. Anais. CD ROM.
- Hillel D (1998) Environmental soil physics. San Diego, Academic Press. 771p.
- IAPAR (2011) Médias históricas climáticas. Disponível em: <[http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias\\_Historicas/Pato\\_Branco.htm](http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias_Historicas/Pato_Branco.htm)>. Acessado em: 31 de agosto de 2011.
- Kroulik M, Kumhala F, Hula J & Honzik I (2009) The evaluation of agricultural machines field trafficking intensity for different soil tillage technologie. *Soil & Tillage Research*, 105:171-175.
- Lanzanova ME, Nicoloso RS, Lovato T, Eltz FLF, Amado TJC & Reinert DJ (2007) Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31:1131-1140.
- Loss A, Pereira MG, Giacomini SG, Perin A & Anjos LHC dos (2011) Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração lavoura-pecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46:1269-1276.
- Maak R (1968) Geografia física do estado do Paraná. Curitiba, Banco de Desenvolvimento do Paraná. 350p.
- Marchão RL, Balbino LC, Silva EM da, Santos Júnior JDG dos, Sá MAC de, Vilela L & Becquer T (2007) Qualidade física de um Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42:873-882.
- Mott GO & Lucas HL (1952) The designs conduct, and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: International Grassland Congress, Pennsylvania, Estados Unidos da América. Anais. p.1380-1385.
- Nicoloso RS, Lovato T, Amado TJC, Bayer C & Lanzanova ME (2008) Balanço do carbono orgânico no solo sob integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32:2425-2433.
- Reinert DJ & Reichert JM (1999) Modificações físicas em solos manejados sob sistema de plantio direto. In: Siembra directa: Una herramienta para la agricultura conservacionista, Florianópolis. Anais, CD ROM.
- Santos DC dos, Pillon CN, Flores CA, Lima CLR de, Cardoso EMC, Pereira BF & Mangrich AS (2011) Agregação e frações físicas da matéria orgânica de um argissolo vermelho sob sistemas de uso no bioma Pampa. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35:1735-1744.
- Silveira PM da, Silva JH da, Lobo Junior M & Cunha PCR da (2011) Atributos do solo e produtividade do milho e do feijoeiro irrigado sob sistema integração lavoura-pecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46:1170-1175.
- Souza ED de, Costa SEVGA, Anghinoni I, Lima CVS de, Carvalho PCF & Martins AP (2010) Biomassa microbiana do solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34:79-88.
- Zinn YL, Lal R & Resck DVS (2005) Changes in soil organic carbon stocks under agriculture in Brazil. *Soil & Tillage Research*, 84:28-40.