ISSN 1984-252X

Produtividade da soja em área de palhada de milho com e sem pastejo[1]

Productivity in the field of soybean stubble of corn with and without grazing

Ana Maria Conte e Castro[2], Rogers Denis Jung[3], Danilo Pinceli Chaves[4]

[1] Trabalho realizado na Fazenda Fênix, localizado no município de Santa Tereza do Oeste-PR/2006.

[2] Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP, Campus Luiz Meneghel, Rodovia BR-369 Km 54, Vila Maria, CP 261, CEP 86360-000 - Bandeirantes-PR – Brasil. E-mail: acastro@ffalm.br.

[3] Engenheiro Agrônomo. E-mail: rogersdenisjung@hotmail.com.

[4] Mestrando em Agronomia pela Universidade Estadual de Londrina, Londrina-PR. E-mail: danilopincha@gmail.com.

Recebido: 19/02/2009 Aceito: 20/04/2010

Resumo. *O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do pastoreio bovino em uma resteva de lavoura de milho nas propriedades físicas do solo e na produtividade de grãos de soja subseqüente. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, constituídos de dois fatores: pastejo, com (CP) e sem (SP), e três manejos, preparo convencional executado com uma aração e duas gradagens (PC), duas gradagens a 0,10 m de profundidade (2G) e semeadura direta com sulcadores do tipo facão (SD). Efetuou-se analise física das parcelas com pastejo (CP) e sem pastejo (SP) após a remoção dos animais considerando os parâmetros densidade do solo, macroporosidade e microporosidade, porosidade total entre a área pastejada e não pastejada. Na analise física observou-se uma redução não significativa na porcentagem de macroporos e microporos. Em relação à produtividade, 2G na área SP tiveram os melhores resultados. Conclui-se que o pastejo sobre a resteva do milho desfavorece as condições físicas do solo para a cultura subseqüente.*

Palavras-chave: *pastoreio, compactação do solo, Glycine max L, Zea mays L.*

Abstract*. The objective of this work was to evaluate the grazing cattle in a straw in biotech maize in the physical properties of soil and productivity of subsequent soy beans. The experimental design was a randomized block, consisting of two factors: grazing, with (CP) and without (SP), and three managements, convencional tillage performed with two disking (PC), two disking to 0.10 m depth (2G) and tillage with a machete-type furrow openers (SD). It was maked up physical analysis of the parcels grazed (CP) and not grazed (SP) after the removal of the animals considering the density of soil parameters, macro and micro, porosity between the area grazed and not grazed. In physical analysis there was no significant reduction in the percentage of macroporos and micropores. For productivity, 2G SP in the area had the best results. We concluded that grazing on the straw maize disadvantage the physical conditions of soil for subsequent culture.*

Key-words: *pasturing, compacting of the ground, Glycine max L, Zea mays L.*

Introdução

A expansão das áreas produtoras de grãos sobre regiões anteriormente ocupadas com a pecuária extensiva e o concomitante crescimento do rebanho bovino no Brasil, ocorridos nos últimos anos, reiteram a importância da Integração Lavoura Pecuária (ILP) como atividade econômica e objeto de pesquisa (ALVARENGA & NOCE, 2005).

A ILP caracteriza-se basicamente pela utilização de pastagens anuais de inverno para pastoreio bovino, ocupando nestas mesmas áreas com culturas anuais, dando enfoque aos adubos verdes, visando o preparo químico e físico do solo para o verão (NICOLOSO et al., 2006).

Devido à possibilidade de compactação superficial, o pisoteio dos animais representa uma das maiores complicações na integração entre as atividades agrícolas e pecuárias, tendo causado preocupação a produtores e técnicos devido à possibilidade de compactação superficial. Consequentemente ocorre redução de aeração, tamanho de poros e infiltração de água, e o aumento da resistência do solo e estado de compactação que podem restringir o crescimento radicular e a produtividade das plantas (ALBUQUERQUE et al., 2001).

O estado de compactação induzido pelo pisoteio animal não é bem definido, a qual justifica esforços da pesquisa no sentido de definir parâmetros que possam orientar sistemas de manejo de animais e de solos. Em solos compactados ocorrem mudanças na distribuição do sistema radicular das plantas em profundidade (TAVARES FILHO et al., 2001).

A compactação afeta inicialmente os macroporos estabelecendo inadequada difusividade dos gases do solo (STRECK et al., 2004). Faz-se necessário, conhecer os efeitos do pisoteio animal sobre as características físicas do solo. Fatores como ar, água e temperatura do solo são alteradas quando há ocorrência de aumento da densidade e microporosidade do solo, afetando negativamente a germinação, emergência, crescimento e produção de plantas (GIAROLA, 2007).

Moraes & Lustosa (1997), evidenciaram que o efeito do pisoteio animal na compactação do solo é dependente da carga animal, e de fatores abióticos que relacionados à textura de determinado solo podem torná-lo mais denso. Para Lanzanova et al. (2007), trabalhando com sistemas de pastejo, evidenciaram compactação de solo na camada de 0-20 cm na avaliação de resistência à penetração. No entanto, Bassani (1996) e Petean (2009), observando o efeito da compactação do solo pelo pisoteio animal em resíduo de aveia (*Avena strigosa schred*) + azevém (*Lolium multiflorum*), encontraram um efeito atenuante do choque da pata bovina no solo, não demonstrando compactação.

Com a ocorrência da compressão causada por equipamentos ou por pisoteio dos animais, os solos argilosos tendem a tornarem-se plásticos quando estes se encontram com umidade acima do ponto de friabilidade, ocorrendo um aumento da densidade global (CORREA & REICHARDT, 1995).

O rendimento de grãos na maioria das culturas sob diferentes manejos do solo depende, dentre outros, das condições climáticas do ano agrícola, da qualidade do manejo, do nível de fertilidade do solo e do estado sanitário da cultura. Por estas razões, tem sido bastante variável, na literatura, o comportamento das culturas sob diferentes manejos do solo (KLUTHCOUSKI et al., 2000; SECCO et al., 2004; CAMARA & KLEIN, 2005).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da presença e da ausência do pastoreio bovino em resteva de milho na produtividade da soja e nos atributos físicos do solo em Latossolo Vermelho eutroférrico.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no município de Santa Tereza d'Oeste-PR, apresentando como coordenadas geográficas longitude W 53º 29'37'' e latitude S 24º 50'42'', e altitude de 607 metros. O clima da região segundo a classificação de Koeppen é subtropical úmido, com precipitação media anual de 1840 mm (IAPAR, 1994).

O solo é classificado como Latossolo Vermelho eutroférrico (Lvef), de textura argilosa (EMBRAPA, 2006). Para caracterização química do solo foi coletada uma amostra composta da área experimental, na camada superficial de 0-20 cm de profundidade, sendo uma determinada área com pastejo e outra sem pastejo. A necessidade de calagem, adubação básica de semeadura e a de cobertura foram calculadas de acordo com os resultados da análise química do solo. As análises químicas foram realizadas conforme metodologia de Embrapa (1979).

Análise química do solo da área com pastejo: MO – 30,07 g dm^{-3}; pH em $CaCl_2$ - 4,98; P Mehlich-1 – 13,96 mg dm^{-3}; teores trocáveis, em $mmol_c$ dm^{-3}: K – 0,44; Ca – 2,72; Mg – 1,23; H + Al – 3,97, e V – 52,51%. Análise química do solo da área sem pastejo: MO – 29,1 g dm^{-3}; pH em $CaCl_2$ - 4,52; P Mehlich-1 – 15,95 mg dm^{-3}; teores trocáveis, em $mmol_c$ dm^{-3}: K – 0,32; Ca – 2,8; Mg – 1,35; H + Al – 5,35, e V – 45,52%. A análise dos atributos densidade e porosidade do solo foram realizadas segundo metodologia descrita no manual de métodos de análise de solos (EMBRAPA, 1997), antes da semeadura da soja.

As amostras foram coletadas na área útil de cada parcela, sendo que cada amostra de solo foi moldada segundo o volume do anel (5 cm diâmetro e 20 cm de profundidade), saturada em água, pesada e em seguida colocada em mesa de tensão sob pressão de -0,60 m de água, durante 48 h. Retirada da mesa de tensão, cada amostra foi pesada, colocada em estufa à 105ºC por 48 h, e novamente pesada. Com base neste procedimento determinaram-se os atributos densidade, macro, micro e porosidade total do solo.

A análise granulométrica textural da área com pastejo e sem pastejo, é dada a seguir, respectivamente: areia 3,02%, silte 6,9% e argila 90,08%; areia 3,66%,

silte 6,4% e argila 89,94%. A área experimental recebeu durante o inverno a cultura de milho safrinha, sendo que após a colheita deste, iniciou-se pastejo contínuo sobre a palhada com lotação fixa (GARDNER, 1986), a uma densidade de pastejo de cinco unidades animais por hectare do dia 4 de setembro até dia 10 de outubro de 2006. Foram utilizadas fêmeas de bovinos da raça Nelore, com peso vivo aproximado de 700 kg cada. Uma área de dois hectares localizada lateralmente à área de pastejo foi cercada com cerca elétrica para servir como testemunha, ficando sem pastoreio de gado.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, constituídos em fatorial duplo: pastejo anterior à instalação (CP – com pastejo e SP – sem pastejo) e três manejos (PC - preparo convencional executado com uma aração e duas gradagens, 2G - duas gradagens a 0,10 m de profundidade e SD - semeadura direta com sulcadores do tipo facão), com quatro repetições, totalizando 24 parcelas. Cada parcela possuía 10,8 m de largura por 24 m de comprimento, totalizando 259,2 m^2 cada.

Após a caracterização química do solo, foram realizados adubações no sulco de semeadura no total de 50 kg ha^{-1} de $(NH_4)_2SO_4$ (21% de N), 125 kg ha^{-1} de superfosfato triplo (41% de P_2O_5) e 85 kg ha^{-1} de KCl.(60% de K_2O), conforme recomendação para a cultura (RAIJ et al., 1996).

A cultura da soja foi instalada mecanicamente no dia 12/10/2006 por meio de uma semeadora adubadora com sistema sulcador do tipo facão. As sementes de soja (*Glycine max* cv. Monsoy 5826) receberam inóculos de *Bradyrhizobium japonicum* na concentração de $5{,}0.10^7$ células $semente^{-1}$. Semeou-se a uma profundidade de 4 cm e espaçamento de 0,45 m entre linhas, no sentido transversal ao declive da área, com 12 plantas por metro. Cada parcela constituiu-se de oito linhas de soja, com densidade inicial de 266.666 plantas ha^{-1}. Para todas as avaliações realizadas neste trabalho, desconsiderou-se 0,5 m de cada extremidade da parcela.

O manejo das plantas daninhas e dos tratos fitossanitários foram realizados de acordo com a as recomendações técnicas para a cultura da soja. As aplicações foram feitas com pulverizador costal, utilizando-se bico tipo cônico.

As avaliações foram realizadas antes da semeadura e após a remoção dos animais da área experimental. A colheita da soja foi realizada 105 dias após emergência. A colheita e debulha da soja foi realizada manualmente, no dia 31/01/2007, coletando 4 metros de duas das seis linhas centrais da parcela, totalizando 3,6 m^2 de área útil.

A produtividade de grãos foi ajustada para o peso de grãos correspondendo a 13% de umidade em base úmida. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o software SAEG 8.0 e comparação de médias pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Na Tabela 1, são apresentados os dados de porosidade e densidade do solo das áreas CP e SP, a qual pode se notar que não houve diferença significativa entre as variáveis macroporosidade, microporosidade, e porosidade total. Petean et al. (2009), avaliando a qualidade física de uma área pastejada de aveia e azevém em diferentes alturas, não encontraram diferença na microporosidade nas alturas de 7, 14 e 28 cm da pastagem, em relação à testemunha. Vzotto et al. (2000) e Gaggero et al. (2002), também não encontraram valores reduzidos na microporosidade em condições pastejadas em relação à não pastejada, concordando com os resultados obtidos neste trabalho.

Em relação aos macroporos, observamos que eles equivalem a menos que 10% do total. Esta percentagem não deve ser inferior a 10% para permitir uma adequada aeração do solo, proporcionando bom desenvolvimento de plantas (TAYLOR & ASHCROFT, 1972). Considerando estes fatos, mesmo a área sem pastejo possuía uma média de valores inferiores a 10%. Devido também à sua estrutura composta por percentagem de argila elevada, esta área representa certo grau de compactação causado provavelmente por tráfego de máquinas, visto que somente cultivavam-se lavouras anuais, a qual alterou os atributos físicos da macroporosidade deste solo.

Observa-se uma diferença significativa na densidade de solo que é maior sob pastoreio. Moraes & Lustosa (1997) evidenciam o efeito do pisoteio animal na compactação do solo, cuja magnitude depende da categoria e da carga animal. Esses resultados também estão de acordo com os obtidos por Trein et al. (1991), a qual avaliaram o efeito do pisoteio de animais bovinos num período de 40 horas, com lotação muito elevada (200 cabeças ha^{-1}), ocasionando compactação nos 7,5 cm superficiais do solo. Em outro trabalho, conduzido com o objetivo de avaliar intensidades de pastejo, Fagundes et al. (1999), observaram que em período de dois anos com pastejo direto de bovinos no sistema contínuo, houve modificações mais acentuadas nos períodos iniciais e se manifestaram mais intensamente na camada superficial. Marchezan et al. (1998), verificaram que o pisoteio animal exerceu influência sobre algumas propriedades físicas de um planossolo, ocasionando aumento na densidade e redução da porosidade total e da macroporosidade. Resultados semelhantes foram obtidos por Pauletti et al. (2005), a qual avaliando a influência do tempo de 4, 6 e 10 anos de pastejo em características físicas de um Latossolo vermelho, concluíram que houve aumento da resistência à penetração com o passar dos anos de pastejo, na camada de 0-10 cm de solo. Relacionando esses trabalhos com os dados encontrados neste trabalho, vê-se a coerência e lógica de que a pressão imposta pelas patas do gado diminuem os espaços presentes entre as partículas do solo, aumentando sua densidade.

Tabela 1. Porosidade e Densidade do Solo pelo método do anel volumétrico da parcela com pastejo(CP) e sem pastejo (SP). Sta. Tereza do Oeste/2006.

Amostra	Macroporosidade	Microporosidade	Porosidade Total	Densidade do Solo
	%			mg m^{-3}
CP	3,60 A	44,70 A	48,30 A	1,19 A
SP	4,30 A	45,45 A	49,75 A	1,15 B
F	2,18 ns	2,01 ns	2,12 ns	24,14*
CV(%)	14,84	1,44	4,36	0,92
DMS	2,06	2,29	2,93	0,03

DMS: diferença mínima significativa. *significativo ao nível de 5%. Media seguida da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação à produção de grãos (Tabela 2), nos diferentes modos de manejo pode-se notar que não houve diferença significativa dentro de uma mesma parcela CP e SP. Isto pode ser atribuído ao fato do solo, mesmo sem preparo e com certo grau de compactação, apresentava boas condições para o desenvolvimento da cultura da soja. Os preparos convencionais rompem os agregados na camada preparada e aceleram a decomposição da matéria orgânica, refletindo-se negativamente na resistência dos agregados do solo (PAULETTI et al., 2005). Estes sistemas de preparo aumentam o volume de poros dentro da camada preparada Bertol et al. (2000), a permeabilidade e o armazenamento de ar e facilitam o crescimento das raízes das plantas nessa camada, em relação à semeadura direta e ao campo nativo. Albuquerque et al. (2001), afirmam que o preparo convencional mobiliza as camadas mais superficiais do solo, descompactado-o. No entanto, abaixo da camada preparada, contrariamente ao que ocorre na semeadura direta e no campo nativo, essas propriedades apresentam comportamento inverso ao da superfície (BERTOL et al., 2000).

Tabela 2. Produção de soja em diferentes sistemas de manejo na parcela com pastejo (CP) e sem pastejo (SP). Santa Tereza do Oeste/2006.

Manejo	Com Pastejo	Sem Pastejo
	Produção (kg ha^{-1})	
SD	2868,0 A	3376,2 A
2G	2821,8 A	4029,6 A
PC	3022,2 A	3028,2 A
F	0,17 ns	1,76 ns
CV(%)	17,73	22,04
DMS	16,55	24,62

SD: semeadura direta; 2G: duas gradagens; PC: preparo convencional com um arado e duas gradagens; ns: não significativo. Media seguida da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quando submetido às chuvas erosivas, o solo descoberto pelo efeito do preparo perde os aspectos positivos dos preparos convencionais. Isto acontece devido ao impacto das gotas que desagregam na superfície e diminuem a taxa de infiltração de água, além de aumentarem o escoamento superficial e a erosão hídrica em relação aos outros sistemas de manejo do solo (BERTOL et al., 2001). Por estes resultados, pode-se notar que o tratamento CP interferiu no manejo por plantio direto e duas gradagens. Isto pode ser atribuído ao fato de que o mecanismo sulcador da semeadora adubadora não foi eficiente no rompimento da camada superficial mais compactada. O mesmo fato explica o desempenho das duas gradagens, a qual podem ter ocorrido demasiadamente superficiais. Desse modo conclui-se que o melhor manejo a se adotar para o rompimento da camada compactada é através da aração seguido de duas gradagens, sendo que este tipo de manejo apresentou produtividade semelhante em ambos tratamentos.

A maior produtividade ocorreu no tratamento SP com duas gradagens. Este resultado ocorreu devido a redução das partículas da camada 0 a 0,10 m, promovendo maior área de contato com a semente e garantindo bom desenvolvimento inicial das plântulas de soja. A baixa percentagem de macroporos caracteriza que pode ter havido interferência no desenvolvimento inicial das plantas, limitando a produção de massa seca total (TAYLOR & ASHCROFT, 1972).

Comparando-se as médias de produtividade entre a área com pastejo (CP) e sem pastejo (SP), contidas na Tabela 3, pode-se observar que há diferença significativa entre estas parcelas, sendo que o SP obteve incremento de 270 kg ha^{-1}, em relação ao pastejado. Esse resultado é semelhante ao observado por Cassol (2003), a qual encontrou redução de aproximadamente 1500 kg ha^{-1} do

rendimento de grãos de soja quando a altura de manejo das pastagens de inverno passou de 0,40 m para cerca de 0,10 m. Albuquerque et al. (2001), encontraram reduções no crescimento e produtividade de grãos de milho, devido às modificações nas propriedades físicas ocorridas no solo com o pisoteio animal, em sistema de plantio direto.

Tabela 3. Produção média das parcelas com pastejo (CP) e sem pastejo (SP). Sta. Tereza do Oeste/2006.

	Produção (kg ha^{-1})
CP	2821,2 B
SP	3091,2 A
F	5,10*
CV(%)	19,49
DMS	8
MGE	2835,6

DMS: diferença mínima significativa; MGE: media geral do ensaio. Media seguida de letra diferente, na coluna, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No entanto, Clark et al. (2004), que avaliaram os efeitos do pastoreio rotativo (28 dias de intervalo) de uma resteva de milho nas propriedades físicas do solo e na produtividade de grãos de soja subseqüente, observaram que a população de plantas de soja e o rendimento de grãos não foram afetados pelo pisoteio bovino, bem como a densidade do solo. Os valores das áreas pastejadas foram muito próximos dos encontrados nas áreas não pastejadas. Assim como Flores et al. (2007), afirmaram que não há influência das alterações dos atributos físicos do solo verificados nas áreas pastejadas em diferentes alturas, e também naquelas não pastejadas, no estabelecimento e o rendimento de grãos de soja.

Seguindo a idéia de que o pastoreio proporciona aumento da densidade do solo, não há contradições a respeito desta afirmação, visto que há muitos trabalhos que encontraram esse resultado. Porém, tratando-se da redução da produtividade da cultura subseqüente devido ao pisoteio animal, há muitas oscilações de resultados, sendo que é dependente de cada condição como altura de pastagem residual, umidade, textura do solo, entre outros. Referindo-se à microporosidade e macroporosidade, é necessário novos estudos para firmarmos uma ideia coerente sobre este aspecto, mesmo em diferentes condições locais.

Conclusões

O método mais eficiente na descompactação do solo na camada 0-10 cm é o uso de arado seguido de duas gradagens.

O pastejo sobre palhada de milho cultivado no inverno causa redução na produtividade da cultura da subseqüente.

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, p. 717-723, 2001.

ALVARENGA, R. C.; NOCE, M. A. **Integração lavoura e pecuária.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 16p.

BASSANI, H. J. **Propriedades físicas do solo e produtividade de milho induzida pelo plantio direto e convencional em área pastejada e não pastejada.** 1996. 90p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) − Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1996.

BERTOL, I.; SCHICK, J.; MASSARIOL, J. M.; REIS, E. F.; DILLY, L. Propriedades físicas de um Cambissolo Húmico álico afetadas pelo manejo do solo. **Ciência Rural**, v. 30, p. 91-95, 2000.

BERTOL, I.; BEUTLER, J. F.; LEITE, D.; BATISTELA, O. Propriedades físicas de um Cambissolo Húmico afetadas pelo tipo de manejo do solo. **Scientia Agricola**, v. 58, p. 555-560, 2001.

CAMARA, R. K.; KLEIN, V. A. Propriedades físico-hídricas do solo sob plantio direto escarificado e rendimento da soja. **Ciência Rural**, v. 35, n. 4, 2005.

CASSOL, L. C. **Relações solo-planta-animal num sistema de integração lavoura-pecuária em semeadura direta com calcário em superfície**. 2003. 143f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) − Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

CLARK, J. T. et al. Soil surface property and soybean yield response to corn stover grazing. **Agronomy Journal, Madison**, v. 96, p. 1364-1371, 2004.

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**, v. 30, n. 1, p. 107-114, 1995.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análises de solo.** Rio de Janeiro: SNLCS, 1979.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos.** 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Rio de Janeiro: EMBRAPA- SPI, 2006. 412 p.

FAGUNDES, J. S.; SILVA, S. C.; PEDREIRA, C. G. S; SBRISSIA, A. F.; CARNEVALLI, R. A.; CARVALHO, C. A. B.; PINTO, L. F. M. Índice de área foliar, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de C*ynodon* spp. sob diferentes intensidades de pastejo. **Scientia Agrícola**, v. 56, n. 4, 1999.

FLORES, J. P. C.; ANGHINONI, I.; CASSOL, L. C.; CARVALHO, P. C. F.; LEITE, J. G. D. B.; FRAGA, T. I. 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**, v. 31, n. 4, 2007.

GAGGERO, M. R.; TREIN, C. R.; IPPOLITI, G. Influência de sistemas de preparo e pastejo nas características físicas do solo. **Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais**, v. 1, n. 1, p. 1-16, 2002.

GARDNER, A. L. **Técnicas de pesquisa em pastagem e aplicabilidade de resultados em sistemas de produção.** Brasília: EMBRAPA – CNPGL, 1986. 197p.

GIAROLA, N. F. B.; TORMENA, C. A.; DUTRA, A. C. Degradação física de um Latossolo Vermelho utilizado para produção intensiva de forragem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 5, 2007.

IAPAR. Instituto Agronômico do Paraná. **Cartas climatológicas do estado do Paraná - 1994**. Londrina: IAPAR, 1994. (Documento 18, 49p.).

KLUTHCOUSKI, J.; FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D.; RIBEIRO, C. M.; FERRARO, L. A. Manejo do solo e o rendimento de soja, milho, feijão e arroz em plantio direto. **Scientia Agrícola**, v. 57, n. 1, 2000.

LANZANOVA, M. E.; NICOLOSO, R. S.; LOVATO, T.; ELTZ, F. L. F.; AMADO, T. J. C.; REINERT, D. J. Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 5, 2007.

MARCHEZAN, E.; VIZZOTTO, V. R., ZIMMERMAN, F. L. Produção de forrageiras de inverno em diferentes espaçamentos entre drenos superficiais sob pastejo animal em várzea. **Ciência Rural**, v. 28, n. 3, p. 393-397, 1998.

MORAES, A. de; LUSTOSA, S. B. C. Efeito do animal sobre as características do solo e a produção da pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1997, Maringá, PR. **Anais**... Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1997. p.129-149.

NICOLOSO, R. S.; LANZANOVA, M. E.; LOVATO, T. Manejo das pastagens de inverno e potencial produtivo de sistemas de integração lavoura–pecuária no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 36, n. 6, 2006.

PAULETTI, V.; LIMA, M. R.; BARCIK, C.; BITTENCOURT, A. Evolução nos atributos químicos de um latossolo vermelho sob diferentes métodos de preparo do solo. **Scientia Agrária**, v. 6, n. 1-2, p. 9-14, 2005.

PETEAN, L. P.; TORMENA, C. A.; FIDALSKI, J.; ALVES, S. J. Altura de pastejo de aveia e azevém e qualidade física de um Latossolo Vermelho distroférrico sob integração lavoura-pecuária. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, p. 1009-1016, 2009.

RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2. ed. Campinas Instituto Agronômico, 1996. (Boletim Técnico 100, 285p.).

SECCO, D.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; DA ROS, C. O. Produtividade de soja e propriedades físicas de um latossolo submetido a sistemas de manejo e compactação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 797-804, 2004.

SILVA, A. R. Tolerância ao encharcamento. In: SIMPÓSIO SOBRE ALTERNATIVA AO SISTEMA TRADICIONAL DE UTILIZAÇÃO DE VÁRZEAS DO RIO GRANDE DO SUL, 1986, Porto Alegre, RS. **Anais...** Brasília: PROVÁRZEAS/PROFIR, 1986. v. 1, p.166-181.

STRECK, C. A.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; KAISER, D. R. Modificações em propriedades físicas com a compactação do solo causada pelo tráfego induzido de um trator em plantio direto. **Ciência Rural**, v. 34, n. 3, p. 755-760, 2004.

TAVARES FILHO, J.; BARBOSA, G. M. C.; GUIMARÃES, M. F.; FONSECA, I. C. B. Resistência do solo à penetração e desenvolvimento do sistema radicular do milho (*Zea mays*) sob diferentes sistemas de manejo em um latossolo roxo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 725-730, 2001.

TAYLOR, S. A.; ASHCROFT, G. L. Physical edaphology. San Francisco, W. H. Freeman, 1972. 532p.

TREIN, C. R.; COGO, N. P.; LEVIEN, R. Métodos de preparo do solo na cultura do milho e ressemeadura do trevo, na rotação aveia+trevo/milho, após pastejo intensivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 15, p. 105-111, 1991.

VIEIRA, M. J. **Comportamento físico do solo em plantio direto.** In: FANCELLI, A. L.; TORRADO, P. V.; MACHADO, J. Atualização em plantio direto. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.163-179.

VZOTTO, V. R.; MARCHEZAN, E.; SEGABINAZZI, T. Efeito do pisoteio bovino em algumas propriedades físicas do solo de várzea. **Ciência Rural**, v. 30, n. 6, 2000.