

Efeito de Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) sob Plantio Direto em Atributos Físicos do Solo

*Silvio Tulio Spera*¹

*Henrique Pereira dos Santos*¹

*Renato Serena Fontaneli*¹

*Geizon Dreon*²

Introdução

No Sul do Brasil, as áreas de integração lavoura-pecuária destinadas ao pastejo ocorrem geralmente no período de inverno-primavera e coincide com elevada umidade, o que pode favorecer o processo de compactação (BASSANI, 1996; ALBUQUERQUE et al., 2001). A compactação do solo é um processo de aumento de densidade, acompanhado de aumento da resistência à pe-

¹ Pesquisador da Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, 99001-970 Passo Fundo, RS. E-mail: spera@cnpt.embrapa.br; hpsantos@cnpt.embrapa.br; renatof@cnpt.embrapa.br

² Estagiário da Embrapa Trigo, Acadêmico de Agronomia da Universidade de Passo Fundo - UPF, Passo Fundo, RS.

netração no solo e redução da porosidade total, da macroporosidade, da permeabilidade e da infiltração de água, resultantes de cargas aplicadas na superfície do solo (SILVA et al., 2000; SECCO, 2003; SPERA et al., 2006). A utilização de sistema de manejo com menor revolvimento do solo e que proporcione acúmulo de resíduos vegetais na superfície, em áreas anteriormente degradadas pelo preparo inadequado do solo, está possibilitando a recuperação das características físicas (MARCOLAN; ANGHINONI, 2006). Estudos avaliando o emprego do sistema plantio direto têm demonstrado diminuição da erosão e aumento da taxa de infiltração de água, do diâmetro dos agregados, da atividade microbiana e da produtividade das culturas (DA ROS et al., 1997; COSTA et al., 2003). Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de sistemas de produção de grãos e de pastagens anuais de inverno e de pastagens perenes, conduzidas no sistema plantio direto após seis anos de cultivo, sobre alguns atributos físicos do solo.

Metodologia

O estudo foi realizado em experimento conduzido na Embrapa Trigo, município de Passo Fundo, RS, durante o período de 1993 a 2005, em Latossolo Vermelho Distrófico típico (STRECK et al., 2002).

Os tratamentos consistiram originalmente em quatro sistemas de produção integração lavoura-pecuária (SPILP):

sistema I - trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho; sistema II - trigo/soja, aveia branca/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; sistema III - pastagens perenes de estação fria (festuca + trevo branco + cornichão); sistema IV - pastagens perenes de estação quente (pensacola + aveia preta + azevém + trevo vermelho + cornichão); e sistema V - alfafa para feno, acrescentado como tratamento adicional, com repetições em parcelas contíguas ao experimento, estabelecido em 1994 (Tabela 1). As áreas sob os sistemas III, IV e V converteram-se em sistema I, a partir do verão de 1996. Porém, no verão de 2002, nos sistemas III, IV e V, o que era lavoura retornou a pastagem e que era pastagem retornou a lavoura.

A adubação de manutenção foi baseada nos valores observados nas análises químicas (MANUAL..., 2004). Como testemunha, um fragmento de floresta subtropical com araucárias, adjacente ao experimento, também foi amostrado, com o mesmo número de repetições, admitindo-se como referencial do estado estrutural do solo antes do mesmo ser submetido a alterações antrópicas. Todas as espécies, tanto de inverno como de verão, foram estabelecidas exclusivamente sob plantio direto, exceto no tratamento V, que foi manejado por meio de preparo convencional do solo por aração e duas gradagens, uma única vez, em 1999. As pastagens anuais de inverno e perenes foram pastejadas por bovinos mestiços de raças européias, três vezes por safra, com carga animal equivalente a 15 a 20 UA/ha por 12 horas cada pastejo.

Três anos antes da instalação do experimento foi efetuada

calagem com calcário dolomítico, com base no método SMP (pH 6,0). O solo das parcelas semeadas com alfafa e foram corrigidos com a aplicação de 6,0 t ha⁻¹ de calcário (PRNT 100 %) para elevar o pH para 6,5, aplicadas em duas vezes: metade antes da aração e metade antecedendo a gradagem.

Em maio de 2000, foram coletadas amostras indeformadas de solo, em duplicata, com anéis de 5 cm de altura e volume de 207 cm³, nas camadas de 0-5 cm e 10-15 cm, enquanto que, em maio de 2002 e em setembro 2005 foram nas camadas de 0-2 cm e 10-15 cm. A amostragem foi efetuada uma semana após chuva de 40 mm, em condições adequadas para coleta, e destinada às análises físicas de solo. Na análise de densidade do solo, foi usado o método do anel volumétrico. A porosidade total foi obtida pela percentagem de saturação em volume. A microporosidade foi considerada como o conteúdo do volume de água equilibrada na mesa de tensão a 0,60 m de coluna de água, enquanto que a macroporosidade foi calculada por diferença de volume entre a porosidade total e a microporosidade, conforme Claessen (1997).

O delineamento experimental foi blocos ao acaso, com quatro repetições. A área de cada parcela foi 400 m². Os atributos físicos do solo dos SPILP foram comparados dentro de cada ano e a análise conjunta dos anos, na mesma camada. As médias dos atributos foram comparadas pelo teste de Duncan, ao nível 5% de probabilidade de erro. Todas as análises estatísticas foram feitas com o software SAS (SAS, 2003).

Resultados

Efeitos do manejo nos atributos físicos do solo

Os atributos físicos de solo avaliados são interdependentes, assim, os efeitos do manejo de solo sobre eles valem para todos. Observa-se que, em caso de SPILP, em ambas as camadas estudadas ocorreram maiores valores de densidade do solo e menores de porosidade total, em comparação aos valores da FST e os da lavoura de alfafa para feno (Tabela 2).

A área onde foi instalado o experimento foi manejada, durante longo período, com preparo convencional com aração e gradagens. Isso pode explicar a diferença entre os valores de cada atributo físico, verificada em todos os tratamentos, entre as camadas de 0-5 ou 0-2 e 10-15 cm, indicando presença de efeito residual de pé-de-arado ou pé-de-grade. Normalmente, no Rio Grande do Sul, a profundidade de mobilização do solo pelo preparo convencional de solo raramente se localizava abaixo de 10 cm. A menor densidade do solo, no sistema V, em 2000 e 2002, pode ser atribuída ao revolvimento com arado de discos, efetuado em setembro de 1999, que se fez necessário na área, em decorrência da infestação de plantas espontâneas de folha larga.

Nesse período de estudo, as operações de semeadura, tratos fitossanitários e colheita, nos tratamentos sem inclusão de pastagens, foi mais intensa que nos tratamentos com pastagens tanto anuais de inverno como

perenes de inverno ou verão (sistemas II, III e IV). Esse fato deve ter colaborado para a obtenção de maiores valores de densidade do solo, e menores de porosidade total entre esses tratamentos, mesmo considerando que alguns valores não mostram diferenças estatísticas.

O pisoteio animal, no solo dos tratamentos submetidos ao pastejo de pastagens anuais de inverno, não parece ter afetado, após seis anos, os atributos físicos de solo o suficiente para promover prejuízos ao rendimento de culturas. No presente estudo, a cada ano, o pastejo ocorreu por duas ou três vezes, no inverno, e três ou quatro vezes, no verão, com duração de no máximo dois dias em cada pastejo e com dez a quinze animais. Após a retirada dos animais da área, foi dado um intervalo de 40-60 dias, de modo a permitir a rebrota das forrageiras de inverno antes do estabelecimento das culturas de verão.

Densidade do solo

Nas avaliações de 2002 e de 2005, o valor da densidade do solo (Tabela 2), na maioria dos sistemas de produção integração lavoura-pecuária (SPILP) e camadas, foram menores do que o verificado, em 2000, nos SPILP e camadas estudadas. Na seqüência do trabalho, em todos os sistemas estudados, verificou-se atenuação da compactação do solo, verificado pela redução da densidade.

Em 2000, os sistemas I e II mostraram, nas camadas de 0-5 e 10-15 cm, maiores valores de densidade do solo, em comparação ao sistema V. Deve-se ressaltar que o sistema I foi destinado exclusivamente à produção de

grãos, desde 1993, não mostrando diferenças entre as médias para densidade do solo, quando comparado com os sistemas III e IV, que foram transformados de pastagens em lavouras de produção de grãos a partir do verão de 1996, e para o sistema II, que vinha sendo pastejado três vezes durante cada inverno, desde 1993.

A menor densidade do solo no sistema V, em 2000 e 2002, na camada de 10-15 cm, pode ser atribuída ao revolvimento de solo, efetuado em setembro de 1999, que se fez necessário na área, devido à infestação de plantas daninhas de folha larga. Pode-se inferir que o manejo de solo teve maior influência no estado de compactação do solo do que o trânsito de máquinas ou o pisoteio animal.

Por outro lado, a floresta subtropical (FST), que representa a condição estrutural original do solo, nessas avaliações, mostrou, nas camadas de 0-5 ou 0-2 cm e 10-15 cm, menor densidade do solo (Tabela 2) em relação a todos os SPILP.

Deve-se ressaltar que o sistema I, desde 1993, é destinado exclusivamente à produção de grãos, e não mostrou diferenças entre as médias de densidade de solo, quando comparado com o sistema II, que consiste, desde a mesma data, em pastagens e lavouras de produção de grãos. Deve-se salientar também que, o sistema II vinha sendo pastejado uma ou duas vezes durante o cada inverno, durante todo esse período. Como a densidade de solo é um atributo considerado na avaliação do estado estrutural do solo e a compactação de solo nos sistemas de manejo constatada foi evidente, embora o valor,

na camada de 0-5 ou de 0-2 cm, manteve-se abaixo de um valor considerado como limitante para os latossolos argilosos de Passo Fundo.

Na comparação entre anos, em cada camada, foi observada diferença na densidade de solo de todos os SPILP (Tabela 2). O valor de densidade do solo diminuiu, na camada superficial, entre os anos de 2000 e 2005. A camada de 10-15 cm mostrou maiores valores, indicando provável compactação residual do solo nesta profundidade, resultante de operações anteriores de preparo de solo com aração e gradagem.

Ao contrário do que se poderia esperar, o pisoteio de animais nas parcelas com pastagens anuais de inverno e perenes, na lotação e frequência adotada, mesmo que em condições de solo úmido e de biomassa das pastagens serem similares, não levou, principalmente na camada de 0-5 cm ou 0-2 cm, à formação de maiores valores de densidade do solo nos tratamentos III, IV e V, quando comparados ao do sistema I, dedicado exclusivamente à produção de grãos.

Porosidade total do solo

Os valores de porosidade total (Tabela 2), nos sistemas II, III e IV, em 2002 e 2005, foram maiores, na camada de 0-5 cm ou 0-2 cm, que os de 2000, enquanto que na camada de 10-15 cm, ocorreu o inverso. Em 2000, quanto à porosidade total do solo, alguns SPILP mostraram diferenças entre si e entre as duas camadas estudadas, em todos os tratamentos submetidos à ação antrópica.

A FST mostrou maior porosidade total em relação a todos os SPILP, em ambas as camadas estudadas, ressaltando a importância dos resíduos vegetais na estruturação dos solos.

Na condição de floresta nativa e sob plantio direto (sistemas I, II, III e IV), quando o solo permaneceu constantemente coberto por material vegetal, vivo ou não, ocorreu intensa atividade biológica, resultando em maior agregação e estabilização de agregados.

As diferenças de porosidade total podem ser atribuídas ao efeito de presença de gramíneas forrageiras no sistema, à intensidade variável de trânsito de máquinas e ao revolvimento do solo. Nos anos de 2000 e 2002, no caso do sistema V, a maior porosidade total pode ser atribuída ao efeito residual do revolvimento do solo.

Na comparação entre anos, em cada camada, foi observada diferença no valor de porosidade total de todos os SPILP (Tabela 2). A porosidade total aumentou, na camada superficial, na maioria dos SPILP, entre os anos de 2000 e 2005. A porosidade total foi menor na camada de 10-15 cm, indicando degradação da estrutura do solo na forma de camada compactada subsuperficial, com a formação de "pé-de-arado" (ou pé-de-grade).

Maior valor de porosidade total na camada superficial reflete menor densidade do solo e pode ser atribuída ao acúmulo de material orgânico na camada superficial, considerando o manejo do solo sem revolvimento, enquanto menor porosidade total na camada subsuperficial reflete maior densidade do solo e é provavelmente explicada por modificações na estrutura advindas do

pisoteio animal ou trânsito de máquinas ou implementos.

Microporosidade

Os valores de microporosidade, nos sistemas II, III, IV e V (Tabela 2), em 2002, foram maiores, na camada de 0-5 cm ou 0-2 cm, do que os de 2000, enquanto que na camada de 10-15 cm, ocorreu o inverso. Nessa avaliação, houve redução dos microporos na maioria dos sistemas estudados. Em 2000, dentre os SPILP, houve diferenças entre as médias da microporosidade.

Na comparação entre anos, em cada camada, foi observada diferença no valor de microporosidade de todos os SPILP (Tabela 2). A microporosidade aumentou, na camada superficial, em todos os SPILP, entre os anos de 2000 e 2002. Na camada de 10-15 cm, ocorreu o inverso com os valores de microporosidade. Não houve diferenças entre os valores de microporosidade nos sistemas de culturas anuais e de pastagens perenes, evidenciando que, em SPILP, o pisoteio animal, em lotação adequada, não promove alterações adicionais neste atributo do solo, além daquelas advindas do trânsito de máquinas.

Macroporosidade

Os valores de macroporosidade (Tabela 2), nos sistemas II e IV, em 2005, foram maiores do que os de 2000, em ambas as camadas estudadas. O aumento dos macropo-

ros torna esses sistemas importantes do ponto de vista do manejo e da conservação do solo.

A condição original de estruturação do solo (floresta subtropical) indica, na camada de 10-15 cm, maior macroporosidade, em comparação aos sistemas sob ação antrópica.

Na comparação entre anos, em cada camada, foi observada diferença, na macroporosidade de todos os SPILP, em 2000 e 2005 (Tabela 2). A macroporosidade aumentou, na camada superficial, em alguns SPILP, entre os anos de 2000 e 2005. Em todos os SPILP, maiores valores de macroporosidade, nas camadas superficiais, refletem efeito da adição da matéria orgânica sobre a estruturação de solos. Em todos os anos estudados, a densidade do solo foi menor na camada superficial e, em consequência, ocorreu o inverso com a porosidade total e a macroporosidade, uma vez que esses atributos são dependentes entre si.

Conclusões

Os sistemas agrícolas com ou sem integração lavoura-pecuária (SPILP) sob plantio direto não mostram diferenças entre os atributos físicos do solo;

A presença da cultura de soja nestes sistemas não implica em incremento da compactação do solo;

Os sistemas agrícolas com ou sem integração lavoura-pecuária (SILP) sem revolvimento do solo afetam negativamente, os atributos físicos do solo em relação à condição original sob floresta subtropical.

O pisoteio não interfere nos atributos físicos mais do que as operações normais de manejo mecânico do solo.

Referências Bibliográficas

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**, Viçosa, v.25, n.3, p.717-723, 2001.

BASSANI, H. J. **Propriedades físicas induzidas pelo plantio direto e convencional em área pastejada e não pastejada**. 1996. 90p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).

COSTA, F. S.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; FOUTOURA, S. M. V.; WOBETO, C. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, Viçosa, v.7, n.3, p.527-535, 2003.

DA ROS, C.O.; SECCO, D.; FIORIN, J.E.; PETRERE, C.; CADORE, M.A.; PASA, L. Manejo do solo a partir de

campo nativo: efeito sobre a forma e estabilidade da estrutura ao final de cinco anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, n.2, p.241-247, 1997.

MANUAL de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul - Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004. 394p.

MARCOLAN, A.L.; ANGHINONI, I. Atributos de um Argissolo e rendimento de culturas de acordo com o revolvimento do solo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, n.1, p.163-170, 2006.

SAS INSTITUTE. **SAS system for Microsoft Windows version 8.2.** Cary, 2003.

SECCO, D. **Estados de compactação de dois Latossolos sob plantio direto e suas implicações no comportamento mecânico e na produtividade de culturas.** 2003. 108p. Tese (Doutorado em Agronomia - Biodinâmica de Solos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

SILVA, V.R.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. Densidade do solo, atributos químicos e sistema radicular do milho afetados pelo pastejo e manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.1, p.191-199, 2000.

SPERA, S.T.; SANTOS, H.P. dos; FONTANELI, R.S.; TOMM, G.O. Efeito de pastagens de inverno e de verão em características físicas do solo, sob plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.4, p.1193-1200, 2006.

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C. do; SCHNEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: EMATER/RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002. 126p.

Tabela 1. Sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno, perenes de estação fria e perenes de estação quente, sob plantio direto. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

Sistema de produção ¹	Sequência/ano												
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Sistema I	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S
	Ab/S	Ab/S	T/S	E/M									
	E/M	T/S	E/M	Ab/S									
Sistemall	T/S	Ap+E/M	Ab/S	T/S	Ap+E/M	Ab/S	T/S	Ap+E/M	Ab/S	T/S	Ap+E/M	Ab/S	T/S
	Ab/S	Ab/S	T/S	Ap+E/M									
	Ap+E/M	T/S	Ap+E/M	Ab/S									
Sistema III	T/PPF	PPF	PPF	PPF/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S
	T/PPF	PPF	PPF	PPF/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M
	T/PPF	PPF	PPF	PPF/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S
Sistema IV	T/PPQ	PPQ	PPQ	PPQ/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S
	T/PPQ	PPQ	PPQ	PPQ/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M
	T/PPQ	PPQ	PPQ	PPQ/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S
Sistema V	-	Al	Al	Al/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S
	-	Al	Al	Al/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M
	-	Al	Al	Al/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S

¹ Sistema I = produção de grãos; Sistema II = produção de grãos + pastagem anual de inverno; Sistema III = produção de grãos após pastagem perene de estação fria (festuca + cornichão + trevo branco + trevo vermelho); Sistema IV = produção de grãos após pastagem perene de estação quente (pensacola + cornichão + trevo branco + trevo vermelho); Sistema V = produção de grãos após alfafa.

Ab: aveia branca; Ap: aveia preta; Al: alfafa; E: ervilhaca; M: milho; PPF: pastagem perene de estação fria; PPQ: pastagem perene de estação quente; S: soja; e T: trigo.

Tabela 2. Valores médios de densidade do solo, porosidade total, microporosidade e macroporosidade nas camadas de 0-5 ou 0-2 cm e 10-15 cm de profundidade, determinado após as culturas de verão de 2000, 2002 e 2005, em cinco sistemas de produção.

Sistema de produção	Profundidade (cm)					
	0-5 ou 0-2			10-15		
	2000	2002	2005	2000	2002	2005
----- Densidade do solo (Mg/m ³) -----						
Sistema I	1,35 aA	1,31 aA	1,13 aB	1,50 aA	1,41 abB	1,46 aAB
Sistema II	1,38 aA	1,28 abB	1,16 aB	1,52 aA	1,49 aB	1,46 aAB
Sistema III	1,29 abA	1,12 bcB	1,07 aB	1,47 aA	1,37 bcB	1,42 aAB
Sistema IV	1,30 abA	1,08 cdB	1,09 aB	1,49 aA	1,40 abB	1,40 aB
Sistema V	1,22 bA	1,17 abcA	1,08 aA	1,38 bAB	1,28 cdB	1,40 aA
Floresta	1,05 cA	0,92 dA	0,85 bA	1,17 cA	1,18 dA	1,17 bA
----- Porosidade total (m ³ /m ³) -----						
Sistema I	0,492 cB	0,524 cB	0,575 aA	0,434 cA	0,440 bcdA	0,435 cA
Sistema II	0,476 cB	0,540 bcA	0,555 aA	0,423 cA	0,402 dA	0,430 cA
Sistema III	0,510 bcB	0,574 abA	0,585 aA	0,447 cA	0,449 abcA	0,455 bcA
Sistema IV	0,507 bcB	0,576 abA	0,573 aA	0,434 cA	0,430 cdA	0,452 bcA
Sistema V	0,536 bA	0,578 aA	0,574 aA	0,478 bA	0,483 aA	0,473 abA
Floresta	0,594 aA	0,589 aA	0,649 aA	0,548 aA	0,471 abB	0,485 aB

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Sistema de produção	Profundidade (cm)					
	0-5 ou 0-2			10-15		
	2000	2002	2005	2000	2002	2005
----- Microporosidade (m ³ /m ³) -----						
Sistema I	0,363 bcB	0,429 abA	0,358 aB	0,367 bA	0,375 abA	0,351 bB
Sistema II	0,361 bcB	0,413 abA	0,375 aB	0,370 bA	0,356 bB	0,349 bB
Sistema III	0,368 bcB	0,408 abA	0,364 aB	0,384 bA	0,384 abA	0,361 bA
Sistema IV	0,355 cB	0,388 bA	0,358 aB	0,367 bA	0,355 bA	0,352 bA
Sistema V	0,388 bB	0,445 aA	0,360 aB	0,417 aA	0,413 aA	0,398 aA
Floresta	0,420 aA	0,392 bA	0,373 aA	0,399 abA	0,399 abA	0,370 bA
----- Macroporosidade (m ³ /m ³) -----						
Sistema I	0,130 aB	0,095 cB	0,217 aA	0,064 bA	0,065 aA	0,084 aA
Sistema II	0,114 aB	0,119 bcAB	0,180 aA	0,053 bB	0,046 aB	0,081 aA
Sistema III	0,144 aB	0,168 abAB	0,222 aA	0,064 bB	0,065 aAB	0,094 aA
Sistema IV	0,153 aB	0,190 abAB	0,214 aA	0,072 bB	0,070 aB	0,101 aA
Sistema V	0,149 aB	0,134 abcB	0,215 aA	0,061 bA	0,070 aA	0,075 aA
Floresta	0,174 aA	0,197 aA	0,277 aA	0,149 aA	0,071 aA	0,114 aA

1998 - I: trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho; II: trigo/soja, aveia branca/soja pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; III: pastagem perene de inverno; e IV: pastagem perene de verão. 2000 e 2002 - I: trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho; II: trigo/soja, aveia branca/soja pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; III: trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho após pastagem perene de inverno; IV: trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho após pastagem perene de verão; e V: trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho após alfafa. Médias seguidas da mesma letra, por camada e ano, na vertical e horizontal por sistema, não apresentam diferenças significativas, pelo teste de Duncan a 5%.