

RENDIMENTO DE GRÃOS DE AVEIA BRANCA EM SISTEMAS DE MANEJO DE SOLO

HENRIQUE PEREIRA DOS SANTOS¹, JULIO CESAR BARRENECHE LHAMBY²

RESUMO - Sistemas de manejo de solo, compatíveis com as características edafoclimáticas na região sul do Brasil, são imprescindíveis para recuperar os solos e manter a lavoura economicamente integrada no sistema de produção agrícola. Durante oito anos, foram avaliados os efeitos de sistemas de manejo de solo sobre o rendimento de grãos de aveia branca (*Avena sativa* L.), na seqüência de cultivo trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja. Foram comparados quatro sistemas de manejo de solo: 1) plantio direto; 2) cultivo mínimo; 3) preparo convencional com arado e grade de discos e; 4) preparo convencional com arado de aivecas mais grade de discos. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três repetições. A parcela principal (4 x 90 m) foi constituída pelos sistemas de manejo do solo e a subparcelas (4 x 10 m), pelos sistemas de cultivo. Na média do período (1990 a 1997), o rendimento de grãos de aveia branca no sistema plantio direto (2.959 kg/ha) e no cultivo mínimo (2.938 kg/ha) foi superior ao rendimento no preparo convencional de solo com arado de discos (2.709 kg/ha) e com arado de aivecas (2.682 kg/ha). Os teores de matéria orgânica, P extraível e K trocável, na camada 0-5 cm, foram mais elevados nos sistemas conservacionistas (cultivo mínimo e plantio direto) em relação aqueles observados nos preparos convencionais do solo (arado de discos e de aivecas). Entre os sistemas de manejo de solo avaliados, recomenda-se o sistema plantio direto e o cultivo mínimo para a semeadura de aveia branca.

Palavras-chave: rotação de culturas, manejo do solo, cultivo mínimo, plantio direto.

EFFECT OF SOIL TILLAGE SYSTEMS ON THE YIELD OF WHITE OATS (*Avena sativa* L.)

ABSTRACT - The adoption of soil tillage systems compatible with the soil, climate characteristics found in southern Brazil is an indispensable procedure for soil amendment and to maintain the commercial fields economically integrated in the agricultural production system. The effects of soil tillage systems on the yield of white oats (*Avena sativa* L.) were compared over a eight-year period in a crop rotation of wheat/soybean, common vetch/corn, and white oats/soybean. Four soil tillage systems were evaluated: 1) no-tillage, 2) minimum tillage, 3) conventional tillage using disk plow plus disk harrow, and 4) conventional tillage using moldboard plow plus disk harrow. An experimental design of blocks at random, with three replications were used. The main field plots (4 x 90 m) were formed by soil management systems, while the subplots (4 x 10 m) consisted of crop systems. The average yield of white oats grown under no-tillage from 1990 to 1997 (2,959 kg/ha) and under minimum tillage (2,938 kg/ha) was higher than the yield obtained for white oats grown under conventional tillage using either disk plow (2,709 kg/ha) or moldboard plows (2,682 kg/ha). Higher contents of soil organic matter, extractable P, and exchangeable K were observed in the 0-5 cm layer for the conservation tillage systems (minimum tillage and no-tillage), as compared to the conventional tillage systems (disk plow and moldboard plow). The no-tillage and minimum tillage system should be preferred for white oats cropping.

Key words: crop rotation, conventional tillage, minimum tillage, no-tillage.

¹ Engenheiro Agrônomo, Dr., EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT), CP451, 99001-970 Passo Fundo (RS). Email: hpsantos@cnpt.embrapa.br. Bolsista CNPq. Autor para correspondência.

² Engenheiro Agrônomo, Dr., EMBRAPA-CNPT.
Recebido para publicação em 10-12-2001

INTRODUÇÃO

As aveias branca e preta são plantas anuais largamente cultivadas no Sul do Brasil (FLOSS, 1982). Além de seu uso na alimentação humana, são hoje muito empregadas na alimentação de animais, especialmente cavalos de corrida. As possibilidades de expansão do consumo para a alimentação humana são notáveis. Estimativas realizadas em março de 1996 apontavam para uma área de aveia de cerca de 3 milhões de hectares, no Brasil (RODRIGUES et al., 1998). No estado do Rio Grande do Sul, a área de aveias branca e preta é de cerca de 1.881.000 hectares, sendo 45.500 hectares cultivados com aveia branca para grãos.

Dessa forma, a cultura de aveia branca assume papel cada vez mais importante como cultivo de inverno no sistema de produção do sul do Brasil (COMISSÃO, 1999), podendo ser usada para rotação de culturas em sistemas de produção de trigo.

A aveia branca, para cobertura de solo e produção de grãos, juntamente com o linho e leguminosas de inverno, constituem, no momento, as melhores opções de rotação para controlar as doenças do sistema radicular de trigo (SANTOS et al., 1996; 1998). Por sua vez, a aveia branca, tem produzido rendimentos de grãos de 3.100 a 3.500 kg/ha, em sistemas de rotação com a cultura de trigo (SANTOS, 1991; SANTOS, 1999), semeada em preparo convencional de solo.

Anualmente, o rendimento de grãos e componentes do rendimento de aveia branca têm sido avaliados pela comparação de cultivares recomendadas e linhagens a serem promovidas para cultivo nos estados do Sul do Brasil (REUNIÃO, 1999). A maioria desses trabalhos que comparam a aveia branca, isoladamente, estão sendo conduzidos no sistema plantio direto.

Ao plantio direto tem sido atribuída uma série de benefícios, que vão desde o controle de plantas daninhas até o aumento de rendimento de grãos das espécies sob essa prática agrícola (DENARDIN e KOCHHANN, 1993). Um dos benefícios que mais têm chamado a atenção é o armazenamento de umidade no solo, aproveitada pelas espécies em cultivo, em período de estiagem prolongada.

Além disso, no plantio direto sob rotação de culturas tem sido observado maiores valores de matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na camada superficial, em relação às

camadas mais profundas (DE MARIA et al., 1999; STONE e SILVEIRA, 2001). A localização dos corretivos e fertilizantes na superfície do solo, sem incorporação física, durante a aplicação, pode alterar a distribuição de nutrientes no perfil do solo no plantio direto e cultivo mínimo, influenciando sua disponibilidade e aproveitamento pelas plantas (KOCHHANN e SELLES, 1991).

Praticamente inexistem relatos de trabalhos nessa região do país com a aveia branca cultivada sob sistemas de manejo de solo e rotação de culturas. Além disso, indaga-se se a precipitação pluvial, nessas condições, é suficiente para a aveia branca expressar seu potencial de rendimento de grãos. A cultura de aveia branca, para completar seu ciclo, requer aproximadamente 347 mm de água disponível no solo (SHUKLA et al., 1990). A precipitação pluvial normal (822 mm), para a área de Passo Fundo, têm sido registrada acima desse valor (BRASIL, 1992). Se durante o ciclo da aveia branca houver deficiência de precipitação pluvial, isso poderá beneficiar os sistemas conservacionistas de manejo de solo, pela manutenção de maior conteúdo de água no solo em comparação a sistemas de preparo convencional. Além disso, a precipitação pluvial durante o ciclo de qualquer espécie pode ser mal distribuída.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de sistemas de manejo de solo no rendimento de grãos de aveia branca.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Embrapa Trigo, município de Passo Fundo, RS, de 1987 a 1996, em solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico (EMBRAPA, 1999). Neste estudo, foi avaliada a produtividade de grãos de aveia branca na rotação trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja. A área experimental vinha sendo cultivada com lavouras de trigo, no inverno, e de soja, no verão.

Os tratamentos consistiram em quatro sistemas de manejo de solo: 1) plantio direto (PD); 2) preparo de solo com implemento cultivo mínimo marca JAN (PM); 3) preparo convencional com arado e grade de discos (PCD); e 4) preparo convencional com arado de aivecas mais grade de discos (PCA). As cultivares de aveia branca usadas foram UFRGS 7, de 1990 a 1994, UPF 16, em 1995, e UFRGS 14, em 1996 e 1997.

Em novembro de 1985, antes da semeadura das culturas de inverno, para instalação do experimento, a camada de solo 0-20 cm foi amostrada, e os resultados da análise foram: pH em água = 4,8; Al trocável = 12,0 mmol_c dm⁻³; Ca + Mg trocáveis = 49,0 mmol_c dm⁻³; matéria orgânica = 34,0 g kg⁻¹; P extraível = 23,0 mg kg⁻¹; e K trocável = 104 mg kg⁻¹. O solo foi descompactado por meio de escarificador com hastes rígidas (marca Jumbo com cinco hastes) e submetido a correção da acidez com 7,0 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT 90 %), visando elevar o pH em água a 6,0. O calcário foi aplicado em duas vezes: metade antes da aração (arado de discos) e metade antecedendo a gradagem (grade niveladora de discos). A adubação de manutenção foi baseada na média dos valores observados nas análises químicas da área experimental.

A semeadura da aveia branca, o controle de plantas daninhas e os tratamentos fitossanitários foram realizados conforme recomendação para cada cultura, quando disponível, e a colheita das culturas produtoras de grãos foi efetuada com automotriz especial para parcelas experimentais (COMISSÃO, 1999). O rendimento de grãos de aveia branca foi determinado a partir da colheita de toda a parcela, ajustando-se o rendimento para umidade de 13 %.

Em novembro de 1993, após a colheita ou manejo das culturas de inverno, foram coletadas amostras de solo compostas (quatro subamostras por parcela), nas profundidades 0-5, 5-10, 10-15 e 15-20 cm. As análises (pH em água, P, K, matéria orgânica, Al e Ca + Mg) seguiram a metodologia descrita por TEDESCO et al. (1985). A análise de Al foi realizada via extração em solução de KCl 1 mol L⁻¹ e titulação com solução NaOH 0,025; a análise de Ca + Mg foi realizada com o mesmo extrator e determinado por espectrofotometria de absorção atômica; a matéria orgânica foi determinada por combustão úmida e; P e K foram determinados pelo método Mehlich-1.

Os percentuais de cobertura de solo foram avaliados através de cinco leituras de contato com os resíduos culturais remanescentes na superfície (HARTWING e LAFLEN, 1978). A quantidade de palha na superfície do solo foi avaliada por meio da coleta de 0,5 m² do resíduo cultural remanescente.

O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso, com três repetições (Tabela 1). A parcela principal (4 x 90 m) foi constituída pelos sis-

temas de manejo do solo e a subparcelas (4 x 10 m), pelos sistemas de cultivo. Foi efetuada a análise de variância do rendimento de grãos de aveia branca (dentro de cada ano e na média conjunta dos anos, de 1990 a 1997). Considerou-se o efeito tratamento (diferentes sistemas de manejo de solo) como fixo, e o efeito ano, como aleatório. As médias foram comparadas entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5 %. Além disso, os sistemas de manejo de solo foram comparados para cada atributo de fertilidade, numa determinada profundidade de amostragem. Todas as comparações foram realizadas por meio de contrastes com um grau de liberdade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pH do solo, foi maior em novembro de 1993, em todas as profundidades do que antes da instalação do experimento, em 1985, na camada 0-20 cm (Tabela 2). O preparo convencional com arado de discos e o cultivo mínimo, apresentaram valores maiores de pH na camada 0-5 cm do que o plantio direto e o preparo convencional com arado de aivecas. Os sistemas de manejo do solo não diferiram quanto ao pH, em relação às profundidades. O valor de Al trocável (Tabela 2), em todas os sistemas de manejo e profundidades, foi menor em 1993 do que em 1985, por ocasião da instalação do experimento. Na camada 0-5 cm o preparo convencional com arado de aivecas apresentou valor maior de Al do que o plantio direto, preparo convencional com arado de discos e cultivo mínimo. De acordo com SALET (1998), o Al trocável pode ter tido menor efeito tóxico no plantio direto, em relação ao preparo convencional do solo, devido aos ligantes orgânicos. O valor de Al trocável aumentou da camada 0-5 cm para 15-20 cm no plantio direto, preparo convencional com arado de discos e cultivo mínimo. A aplicação de calcário dolomítico, por ocasião da instalação do experimento, forneceu grandes quantidades de Ca e Mg, fazendo com que os teores críticos desses elementos, exigidos pelas culturas, fossem ultrapassados, em todas as camadas, superando os teores medidos antes do início do experimento (Tabela 2). Nas camadas 0-5 a 10-15 cm, o plantio direto, preparo convencional com arado de discos e cultivo mínimo apresentaram valores maiores desses elementos, em relação ao preparo convencional com arado de aivecas. No plantio

direto, cultivo mínimo e preparo convencional com arado de aivecas, não foram observadas diferenças, na camada de 15 a 20 cm, para os valores de pH, Al e Ca + Mg trocáveis. Isso pode ser reflexo da uniformidade da aplicação do calcário, por ocasião da instalação do experimento.

O teor de matéria orgânica do solo verificado na camada 0-5 cm (Tabela 3), no plantio direto e cultivo mínimo, foi superior ao da camada 0-20 cm por ocasião da instalação do experimento, indicando que os sistemas de manejo conservacionistas do solo podem contribuir para o aumento de matéria orgânica e, conseqüentemente, da fertilidade do solo. O teor de matéria orgânica decresceu progressivamente da camada 0-5 cm para 15-20 cm. Tendência semelhante foi observada por SÁ (1993), com redução de 53 para 35 g kg⁻¹. O teor de P extraível do solo (Tabela 3), nas três primeiras camadas (0 a 15 cm), esteve acima do valor considerado crítico nesse tipo de solo (9,0 mg kg⁻¹) para o crescimento e desenvolvimento das culturas (REUNIÃO, 2001). Na camada 0-5 cm, o plantio direto e cultivo mínimo foram superiores ao preparo convencional com arados de discos e com arado de aivecas para o valor de P extraível. O teor de P extraível, em todas as profundidades, diminuiu da camada 0-5 cm para a camada 15-20 cm. O teor de K trocável, na camada 0-5 cm (Tabela 3), esteve acima do valor considerado crítico (80 mg kg⁻¹) para o crescimento e desenvolvimento das culturas (REUNIÃO, 2001), em todas as camadas de solo estudadas. Na primeira camada, o plantio direto e cultivo mínimo mostraram valores superiores ao preparo convencional com arado de discos e com arado de aivecas. Os sistemas de manejo do solo foram diferentes quanto ao teor de K trocável, em todas as camadas, diminuindo o seu valor da camada 0-5 cm em relação a camada mais profunda. Provavelmente, esse acúmulo de nutrientes nos sistemas conservacionistas de solo, deve ter influenciado no rendimento de grãos de aveia branca.

A análise conjunta dos resultados para rendimento de grãos de aveia branca (1990 a 1997) demonstrou significância para o efeito ano e para sistemas de manejo de solo, indicando que tanto as diferenças devidas aos sistemas de cultivos avaliados quanto as condições climáticas ou as doenças se refletiram no rendimento de grãos dessa gramínea (Tabela 4). Os efeitos dos sistemas de manejo de solo no rendimento de grãos de aveia branca não foi dependente do ano.

O rendimento de grãos de aveia branca, nos anos de 1990, 1991, 1992, 1994 e 1995 e na média conjunta dos anos (Tabela 3), apresentou diferenças significativas entre os sistemas de manejo de solo. Não houve diferenças significativas entre as médias para rendimento de grãos, nos anos de 1993, 1996 e 1997. No ano de 1990, a aveia branca cultivada sob plantio direto (4.271 kg/ha) e sob cultivo mínimo (4.262 kg/ha), apresentou valores mais elevados para rendimento de grãos, em relação aos demais sistemas de manejo de solo. A aveia branca cultivada sob preparo convencional com arado de aivecas (3.989 kg/ha) ficou em posição intermediária para rendimento de grãos e a aveia branca cultivada sob preparo convencional de solo com arados de discos (3.787 kg/ha), apresentou o menor rendimento de grãos, nesse ano. No ano de 1991, o rendimento de grãos de aveia branca cultivada sob plantio direto (3.515 kg/ha) foi superior ao de aveia branca cultivada sob cultivo mínimo (3.419 kg/ha) e sob preparo convencional com arado de aivecas (2.324 kg/ha) e com arado de discos (3.175 kg/ha). Nos anos de 1992, 1994 e 1995, o rendimento de grãos de aveia branca cultivada sob plantio direto e sob cultivo mínimo foi superior ao de aveia branca cultivada sob preparo convencional com arado de discos e com arado de aivecas, assim como já havia ocorrido em 1990.

Na análise conjunta de 1990 a 1997, o rendimento de grãos de aveia branca sob sistema plantio direto (2.959 kg/ha) e sob preparo de solo com cultivo mínimo (2.938 kg/ha) foi superior ao de aveia branca cultivada sob preparo convencional de solo com arado de discos (2.709 kg/ha) e com arado de aivecas (2.682 kg/ha).

O maior rendimento de grãos da aveia branca nos sistemas conservacionistas de manejo de solo (plantio direto e cultivo mínimo) possivelmente esteja vinculado à quantidade de resíduo cultural que permanece na superfície do solo de um cultivo para o outro. Nesse mesmo experimento, no inverno de 1993 a 1997, o plantio direto apresentou, em média, maior cobertura de solo (96 %) do que sob cultivo mínimo (48 %) e sob preparo convencional com arado de discos (8 %) e com arado de aivecas (10 %). Na avaliação de 1994 a 1996, o plantio direto e o cultivo mínimo apresentaram 4,26 e 2,50 t/ha de palha na superfície do solo. Entretanto, este último tratamento foi semelhante estatisticamente aos sistemas convencionais de preparo com arado de discos (0,44 t/ha) e com arado de aivecas (0,43 t/ha).

As espécies, em geral, possuem um estágio de desenvolvimento no qual a deficiência hídrica causa redução no rendimento de grãos. Segundo DOORENBOS e PRUIT (1977), na aveia isso ocorre do início do florescimento até o enchimento de grãos. Nas condições do Rio Grande do Sul, na maioria das vezes, esse estágio manifesta-se na segunda quinzena de agosto.

A quantidade de água requerida para a aveia completar o ciclo é de aproximadamente 346 mm (SHUKLA et al., 1990). Entretanto, na área de Passo Fundo, RS, a precipitação pluvial normal é de 822 mm (Brasil, 1992). Pelo verificado, no decorrer dos anos de condução deste trabalho a precipitação pluvial foi mal distribuída, principalmente no mês de agosto de 1990 (38 mm), de 1993 (15 mm) e de 1994 (46 mm). Isso pode explicar, em parte, a diferença em rendimento de grãos a favor dos sistemas conservacionistas de solo, em detrimento dos sistemas convencionais de preparo de solo. Nos sistemas conservacionistas, o solo teria condições de armazenar mais umidade, para ser usada nos períodos mais críticos de desenvolvimento da aveia branca.

O rendimento de grãos de aveia branca mais elevado, na média dos sistemas de manejo de solo, foi observado no ano de 1990 (4.077 kg/ha) (Tabela 4). Por sua vez, o menor rendimento de grãos desse cereal ocorreu nos anos de 1995 (2.004 kg/ha) e de 1996 (2.091 kg/ha). No ano de 1995, a aveia branca foi intensamente atacada por ferrugem da folha e por helmintosporiose.

Por outro lado, a aveia branca em sistemas de rotação com trigo (3.500 kg/ha) (SANTOS, 1991) e com ervilhaca, linho e trigo (3.500 kg/ha) ou com aveia preta, ervilhaca e trigo (3.100 a 3.200 kg/ha) tem apresentado rendimento de grãos relati-

vamente elevado (SANTOS, 1999). As doenças verificadas neste período de estudo foram ferrugem-da-folha (*Puccinia coronata*) e helmintosporiose (*Drechslera avenae*), patógenos que não atacam a cultura de trigo. De acordo com SLOPE e ETHERIDGE (1971) e com TURNER (1960), as aveias são praticamente imunes ao mal-do-pé (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*). Como esta moléstia é a principal causa da perda de rendimento de grãos de trigo cultivado em monocultura nas lavouras do Sul do país, as aveias podem ser usadas, com vantagem, em sistemas de rotação com essa gramínea, sob plantio direto.

Assim, o melhor rendimento de grãos de aveia branca, na média dos oito anos, foi obtido nos sistemas de manejo conservacionistas de solo (cultivo mínimo e plantio direto), em comparação aos sistemas de preparo convencional de solo (com arado de discos e de aivecas). Entre os sistemas de manejo de solo, e pelos benefícios adicionais preconizados, sugere-se o cultivo de aveia branca sob plantio direto.

CONCLUSÕES

Os sistemas conservacionistas de manejo de solo são superiores aos sistemas de preparo convencional de solo para rendimento de grãos de aveia branca.

Os teores de matéria orgânica, P e K disponível foram maiores nos sistemas conservacionistas (semeadura direta e cultivo mínimo) do que nos preparos convencionais (arado de discos e de aivecas), na camada 0-5 cm do solo.

Entre os sistemas de manejo de solo avaliados, recomenda-se o sistema plantio direto e o cultivo mínimo para a semeadura de aveia branca.

Tabela 1. Sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas, envolvendo aveia branca e outras culturas anuais de inverno e de verão, durante o período 1990-1997. Passo Fundo, RS, 2002.

Sucessão de culturas	Parcela principal ¹				Subparcela ²								
					1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	
Sucessão I	PD	PCD	PCA	PM	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S
Sucessão II	PD	PCD	PCA	PM	T/S	E/M	T/S	E/M	T/S	E/So	T/S	E/So	E/M
	PD	PCD	PCA	PM	E/M	T/S	E/M	T/S	E/So	T/S	E/So	T/S	T/S
Sucessão III	PD	PCD	PCA	PM	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/So	Ab/S	Ab/S
	PD	PCD	PCA	PM	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/So	Ab/S	T/S	T/S
	PD	PCD	PCA	PM	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/So	Ab/S	T/S	T/S	E/M

¹: PD: plantio direto.

PCD: preparo convencional com arado de discos.

PCA: preparo convencional com arado de aivecas.

PM: cultivo mínimo.

²: Ab: aveia branca, E: ervilhaca, M: milho, S: soja, So: sorgo, e T: trigo.

Tabela 2. Valores médios de pH em água, de alumínio trocável e de cálcio + magnésio trocáveis, avaliados após as culturas de inverno de 1993, em quatro camadas de solo e para diferentes sistemas de manejo de solo. Passo Fundo, RS, 2002.

Sistema manejo de solo ¹	Profundidade (cm)									
	0-5	5-10	10-15	15-20	0-5 x 5-10	0-5 x 10-15	0-5 x 15-20	5-10 x 10-15	5-10 x 15-20	10-15 x 15-20
----- pH (1:1) -----										
PD	5,43	5,32	5,34	5,33	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PCD	5,57	5,57	5,56	5,45	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PCA	5,37	5,39	5,36	5,32	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PM	5,55	5,45	5,47	5,45	ns	ns	ns	ns	ns	ns
----- Contrastes entre profundidades P > F -----										
PD x PCD	**	**	*	ns						
PD x PCA	ns	ns	ns	ns						
PD x PM	*	ns	ns	ns						
PCD x PCA	**	**	**	ns						
PCD x PM	ns	**	*	ns						
PCA x PM	**	ns	ns	ns						
----- Al (mmol _c dm ⁻³) -----										
PD	0,25	0,40	0,46	0,53	ns	ns	*	ns	ns	ns
PCD	0,28	0,23	0,23	0,40	ns	ns	*	ns	**	**
PCA	0,44	0,42	0,46	0,54	ns	ns	ns	ns	*	ns
PM	0,19	0,28	0,26	0,38	ns	ns	*	ns	ns	ns
----- Contrastes entre profundidade P > F -----										
PD x PCD	ns	*	*	ns						
PD x PCA	**	ns	ns	ns						
PD x PM	ns	ns	ns	ns						
PCD x PCA	**	**	**	ns						
PCD x PM	ns	ns	ns	ns						
PCA x PM	**	ns	**	ns						
----- Ca + Mg (mmol _c dm ⁻³) -----										
PD	71,34	67,82	66,97	65,44	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PCD	68,67	71,73	72,31	66,77	ns	ns	ns	ns	*	*
PCA	63,00	62,16	61,40	60,99	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PM	72,96	70,32	72,71	69,29	ns	ns	ns	ns	ns	ns
----- Contrastes entre profundidades P > F -----										
PD x PCD	ns	ns	ns	ns						
PD x PCA	**	*	*	ns						
PD x PM	ns	ns	ns	ns						
PCD x PCA	**	**	**	ns						
PCD x PM	ns	ns	ns	ns						
PCA x PM	**	*	**	ns						

¹: PD: plantio direto; PCD: preparo convencional com arado de discos; PCA: preparo convencional com arado de aivecas; e PM: cultivo mínimo.

ns = não significativo; * = nível de significância de 5 %; ** = nível de significância de 1 %.

Tabela 3. Valores médios de matéria orgânica, de fósforo extraível e de potássio trocável, avaliados após as culturas de inverno de 1993, em quatro camadas de solo e para diferentes sistemas de manejo de solo. Passo Fundo, RS, 2002.

Sistema manejo de solo ¹	Profundidade (cm)									
	0-5	5-10	10-15	15-20	0-5 5-10	0-5 10-15	0-5 15-20	5-10 10-15	5-10 15-20	10-15 15-20
-- Matéria orgânica (g kg ⁻¹) -										
PD	38	30	28	28	**	**	**	ns	*	ns
PCD	31	31	29	27	ns	ns	**	ns	**	**
PCA	29	30	29	27	ns	ns	**	ns	**	**
PM	36	32	28	27	**	**	**	**	**	*
----- P (mg kg ⁻¹) -----										
PD	34,5	18,8	12,2	7,9	**	**	**	**	*	ns
PCD	17,7	17,1	13,9	8,2	ns	*	**	*	**	**
PCA	13,5	11,9	9,3	8,9	ns	*	*	ns	ns	ns
PM	28,0	21,9	12,5	7,7	*	**	**	**	*	ns
----- K (mg kg ⁻¹) -----										
PD	277	178	134	97	**	**	**	**	**	**
PCD	211	158	132	91	**	**	**	ns	**	**
PCA	217	165	135	98	**	**	**	**	**	**
PM	277	197	139	97	**	**	**	**	**	**

¹: PD: plantio direto; PCD: preparo convencional com arado de discos; PCA: preparo convencional com arado de aivecas; e PM: cultivo mínimo.

ns = não significativo; * = nível de significância de 5 %; ** = nível de significância de 1 %.

Tabela 4. Efeito de sistemas de manejo de solo no rendimento de grãos de aveia branca (*Avena sativa* L.), no período de 1990 a 1994. Passo Fundo, RS, 2002.

Ano	Manejo de solo ¹				Média
	PD	PCD	PCA	PM	
			kg/ha		
1990	4.271 A	3.787 B	3.989 AB	4.262 A	4.077
1991	3.515 A	3.175 C	3.234 C	3.419 B	3.336
1992	3.303 A	3.197 B	3.070 C	3.321 A	3.223
1993	2.520 A	2.541 A	2.430 A	2.844 A	2.584
1994	2.796 A	2.427 B	2.432 B	2.669 A	2.581
1995	2.256 A	1.797 B	1.751 B	2.213 A	2.004
1996	2.165 A	2.109 A	1.992 A	2.098 A	2.091
1997	2.845 A	2.638 A	2.554 A	2.679 A	2.679
Média	2.959 A	2.709 B	2.682 B	2.938 A	2.822

¹: PD: plantio direto.

PCD: preparo convencional com arado de discos.

PCA: preparo convencional com arado de aivecas.

PM: cultivo mínimo.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na horizontal, não são diferentes pelo teste de Duncan ao nível de 5 %.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas (1961-1990)**. Brasília, 1992. 84p.
- COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA (Londrina, PR). **Recomendações técnicas para a cultura da aveia**. Londrina, 1999. 60p.
- DE MARIA, I.C.; NNABUDE, P.C.; CASTRO, O.M. de. Long-term tillage and crop rotation effects on soil chemical properties of a Rhodic Ferralsol in southern Brazil. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, v.51, n.1, p.71-79, 1999.
- DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.A. Requisitos para a implantação e a manutenção do sistema plantio direto. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT/FUNDA CEP FECOTRIGO/Fundação ABC/Aldeia Norte, 1993. p.19-27.
- DOORENBOS, J.; PRUIT, W.O. **Guidelines for predicting crop water requirements**. Roma: FAO, 1977. 144p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 24).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.
- FLOSS, E.L. **A cultura da aveia**. Passo Fundo: UPF-FA, 1982. 52p. (UPF-FA. Boletim Técnico, 1).
- HARTWING, R.O.; LAFLEN, J.M. A meterstick method for measuring crop residue cover. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v.33, n.2, p.90-91. 1978.
- KOCHHANN, R.A.; SELLES, F. O solo no sistema de manejo conservacionista. In: FERNANDES, J.M.; FERNANDEZ, M.R.; KOCHHANN, R.A.; SELLES, F.; ZENTNER, R.P. **Manual de manejo conservacionista do solo para os estudos do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT/CIDA, 1991. p.9-20. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 1).
- REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA BRANCA, 19., 1999, Porto Alegre. **Resumos ...** Porto Alegre: UFRGS, 1999. 476p.
- REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 33., 2001, Passo Fundo. **Indicações Técnicas...** Passo Fundo: Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo, 2001. 132p.
- RODRIGUES, O.; BERTAGNOLLI, P.F.; SANTOS, H.P. dos; DENARDIN, J.E. Cadeia produtiva da cultura de aveia. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 18., 1998, Londrina. **Palestras...** Londrina: IAPAR, 1998. p.45-57.
- SÁ, J.C. de M. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT / FUNDA CEP-FECOTRIGO / Fundação ABC, 1993. p.37-60.
- SALET, R.L. **Toxidez de alumínio no sistema plantio direto**. Porto Alegre, 1998. 109p. Tese (Doutorado em Solos) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998.
- SANTOS, H.P. dos. Efeito de sistemas de cultivo sobre rendimento de grãos e outras características agrônômicas da aveia preta e branca, em rotação com trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.5, p.709-714, maio 1991.

- SANTOS, H.P. dos. Efeito de sistemas de manejo de solo sobre o rendimento de grãos de aveia branca. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 19., 1999, Porto Alegre. **Resultados experimentais...** Porto Alegre: UFRGS, 1999. p.53-57.
- SANTOS, H.P. dos; LHAMBY, J.C.B.; PRESTES, A.M.; REIS, E.M. Características agrônomicas e controle de doenças radiculares de trigo em rotação com outras culturas de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.3, p.277-288, mar. 1998.
- SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M.; LHAMBY, J.C.B.; WOBETO, C. Efeito da rotação de culturas sobre o trigo, em sistema plantio direto, em Guarapuava. PR. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.4, p.259-267, abr. 1996.
- SHUKLA, N.P.; LAL, M.; LAL, R. II-Pattern of soil moisture extraction by oat in relation to moisture regimes and nitrogen management techniques under varying water table conditions. **Haryana Journal of Agronomy**, Hissar, v.6, n.1, p.71-75, 1990.
- SLOPE, D.B.; ETHERIDGE, J. Grain yield and incidence of take-all (*Ophiobolus graminis* Sacc.) in wheat grown in different crop sequences. **Annals of Applied Biology**, Cambridge, v.67, n.1, p.13-22, 1971.
- STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M. Efeitos do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.2, p.395-401, 2001.
- TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J.; BOHNEN, H. **Análise de solos, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS-Faculdade de Agronomia, 1985. 32p. (Boletim Técnico, 5.)
- TURNER, E.M.C. The nature of the resistance of oats to the take-all fungus. III. Distribution of the inhibitor in oat seedlings. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.11, p.403-412, 1960.