

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line) 1981-0997

v.7, suplemento, p.790-796, 2012

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

DOI:10.5039/agraria.v7isa2215

Protocolo 2215 - 12/04/2012 • Aprovado em 09/07/2012

Renato S. Fontaneli¹

Henrique P. Santos^{1,3}

Roberto S. Fontaneli²

Evandro A. Lampert¹

Rendimento de grãos de aveia branca em sistemas de produção com integração lavoura-pecuária, sob plantio direto

RESUMO

O presente estudo propõe avaliar o desempenho de aveia branca em sistemas de produção com integração lavoura-pecuária, em plantio direto, em um Latossolo Vermelho Distrófico típico, de Passo Fundo, RS. Os tratamentos foram constituídos de cinco sistemas de produção: sistema I (trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja); sistema II (trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca/soja); sistema III [pastagens perenes da estação fria (festuca + trevo branco + trevo vermelho + cornichão)]; sistema IV [pastagens perenes da estação quente (pensacola + aveia preta + azevém + trevo branco + trevo vermelho + cornichão)] e sistema V (alfafa). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. A aveia branca cultivada após pastagens perenes de estação quente/milho e após alfafa/milho, mostrou rendimento de grãos mais elevado do que após pastagem de aveia preta + ervilhaca. A aveia branca cultivada após pastagens perenes de estação fria/milho e após ervilhaca/milho, situou-se numa posição intermediária, para rendimento de grãos. A aveia branca cultivada após alfafa mostrou maior massa hectolítrica em comparação com a aveia branca cultivada após pastagens perenes de estação fria.

Palavras-chave: alfafa, cornichão, festuca, pensacola, trevos

Grain yield of white oats in integrated crop-livestock production systems, in no-tillage system

ABSTRACT

The objective of this study was to assess grain yield of white oat production systems with crop-livestock integration, under no-tillage, in a typical dystrophic Red Latosol located in Passo Fundo, Rio Grande do Sul State, Brazil. The treatments consisted of five production systems: system I (wheat/soybean, common vetch/corn, and white oat/soybean); system II (wheat/soybean, grazed black oat + grazed common vetch/corn, and white oat/soybean); system III [perennial cool season pastures (fescue + white clover + red clover + birdsfoot trefoil)]; system IV [perennial warm season pastures (bahiagrass + black oat + rye grass + white clover + red clover + birdsfoot trefoil)]; and system V (alfalfa). A randomized block design with four replications was used. White oat grown after warm-season perennial forages/maize and alfalfa/maize, showed higher grain yield than after grazed black oat + common vetch. Oats grown after perennial cool-season pasture/corn and after vetch/corn, stood in an intermediate position. Oats after alfalfa/corn showed higher hectoliter weight in comparison to perennial winter pastures/corn.

Key words: alfalfa, birdsfoot trefoil, tall fescue, bahiagrass, clovers

1 Embrapa Trigo, Rod. BR 285, KM 294, CEP 99001-970, Passo Fundo-RS, Brasil. Caixa Postal 451. Fone: (54) 3316-5800. Fax: (54) 3316-5801.

E-mail: renatof@cnpt.embrapa.br;

hpsantos@cnpt.embrapa.br;

evandro@cnpt.embrapa.br

2 Universidade de Passo Fundo (UPF), Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Rodovia BR 285, Km s/n, CEP 99001-970, Passo Fundo-RS, Brasil. Caixa Postal 566. Fone: (54) 3316-8167. Fax: (54) 3316-8152.

E-mail: roberto@upf.br

3 Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas as áreas agrícolas utilizadas em sistema de produção com integração lavoura-pecuária vêm-se tornando mais expressivas no Brasil em virtude dos inúmeros benefícios que podem ser obtidos com o uso desse sistema de manejo de solo (Macedo, 2009). Apesar de sua crescente adoção, ainda há dúvidas e questionamento sobre possíveis impactos quanto à fertilidade do solo e no rendimento de grãos de espécies cultivadas na sequência (Santos et al., 2011c).

Quanto às propriedades químicas do solo e como observado no sistema plantio direto, o pastejo pode causar melhoria na fertilidade em razão do acúmulo de matéria orgânica, da alteração na ciclagem de nutrientes (Santos et al., 2001; Flores et al., 2008) da melhoria na eficiência do uso de fertilizantes e da capacidade diferenciada de absorção de nutrientes (Flores et al., 2008; Carvalho et al., 2010).

A integração lavoura-pecuária pode ser uma estratégia para desenvolver sistemas de produção sustentáveis a longo prazo, com sistemas de manejo de solo e adequada rotação de culturas (Balbino et al., 2011; Silva et al., 2011). Diversos autores enfatizam que o sistema de produção tem potencial para aumentar a produtividade e reduzir os riscos de degradação, ao melhorar as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (Balbinot Jr. et al., 2009; Macedo, 2009). De modo geral, as pastagens têm a capacidade de manter, ou até mesmo aumentar, o teor de matéria orgânica do solo em contraste com cultivos anuais para rendimento de grãos (Vilela et al., 2003) e são favorecidas pela grande quantidade de material orgânico de resíduos e pelo sistema radicular extenso e com constante renovação (Silva et al., 2011).

Nas condições do Sul do Brasil, porém, não havia experimentos de longa duração que cultivassem pastagens perenes de inverno ou pastagens de verão, por certo período de tempo, e retornasse com lavouras para avaliar o efeito da combinação de pastagens de gramíneas e leguminosas, na manutenção da fertilidade do solo e na resposta do rendimento de grãos de espécies, tanto de inverno como de verão. Os trabalhos de pesquisa foram desenvolvidos com pastagens anuais de inverno alternado com culturas produtoras de grãos de inverno e de verão (Fontaneli et al., 2000; Flores et al., 2008; Conte et al., 2011).

Assim, na década de 1990 foram iniciados, na região Sul do Brasil, experimentos de longa duração envolvendo culturas produtoras de grãos (aveia branca, milho, soja e trigo) em rotação com pastagens anuais de inverno (aveia preta, azevém e ervilhaca) e de verão (milheto) ou com pastagens perenes compostas por alfafa, festuca ou pensacola, consorciadas com o trevo branco, com o trevo vermelho e com o cornichão (Ambrosi et al., 2001; Santos et al., 2001; 2011b, Balbino et al., 2011).

Este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho de aveia branca cultivada em cinco sistemas de produção com integração lavoura-pecuária, em plantio direto.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no campo experimental da Embrapa Trigo, no município de Passo Fundo, RS, desde 1993, em

solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico (Streck et al., 2008).

Os tratamentos consistiram em cinco sistemas de produção com integração lavoura-pecuária: sistema I (trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja); sistema II (trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca/soja); sistema III [pastagens perenes da estação fria (festuca + trevo branco + trevo vermelho + cornichão)] depois sistema de produção de grãos, como descrito no sistema I; sistema IV [pastagens perenes da estação quente (pensacola + aveia preta + azevém + trevo branco + trevo vermelho + cornichão)] depois sistema de produção de grãos, como no descrito no sistema I e sistema V (alfafa) depois sistema de produção de grãos, como descrito no sistema I, ou seja, depois de quatro anos de cultivo metade das parcelas dos sistemas III, IV e V, passou para sistemas de produção de grãos, como sistema de produção I e metade das parcelas desses sistemas continuou como pastagens perenes de verão. Nos quatro anos seguintes houve novamente inversão dos sistemas de produção de grãos com pastagens perenes de estação fria (sistema III) e de estação quente (sistema IV) e assim sucessivamente. A aveia branca (*Avena sativa* L.) foi semeada após milho (*Zea mays* L.) (Tabela 1). As cultivares de aveia branca usadas foram UFRGS 14, em 1997 e em 1998, UPF 16, em 1999, e UPF 17, em 2000, UFRGS 20, em 2003 e UPF 22, em 2004 e em 2005, e UPF 20, em 2007, UPF 18, em 2008, URS Guapa, em 2009, UPF 22 Temprana, em 2010 e em 2011. Em 2001, 2002 e 2006, a aveia branca não foi colhida em razão precipitação de granizo a ataque intenso de ferrugem da folha e à formação de geada no final do mês de agosto, respectivamente.

Tabela 1. Sistemas de produção com integração lavoura-pecuária, em sistema plantio direto. Passo Fundo, RS

Table 1. Integrated crop-livestock production systems, in no-tillage system. Passo Fundo, RS

Ano	Sistema				
	Sist. I	Sist. II	Sist. III	Sist. IV	Sist. V
1996	T/S	T/S	PPF/S	PPQ/S	Al/S
	E/M	Ap+E/M	PPF/M	PPQ/M	Al/M
	Ab/S	Ab/S	PPF/S	PPQ/S	Al/S
1997	E/M	Ap+E/M	E/M	E/M	E/M
	Ab/S	Ab/S	Ab/S	Ab/S	Ab/S
	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S
1998	Ab/S	Ab/S	Ab/S	Ab/S	Ab/S
	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S
	E/M	Ap+E/M	E/M	E/M	E/M
1999	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S
	E/M	Ap+E/M	E/M	E/M	E/M
	Ab/S	Ab/S	Ab/S	Ab/S	Ab/S
2009	E/M	Ap+E/M	E/M	E/M	E/M
	Ab/S	Ab/S	Ab/S	Ab/S	Ab/S
	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S
2010	Ab/S	Ab/S	Ab/S	Ab/S	Ab/S
	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S
	E/M	Ap+E/M	E/M	E/M	E/M
2011	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S
	E/M	Ap+E/M	E/M	E/M	E/M
	Ab/S	Ab/S	Ab/S	Ab/S	Ab/S

Sistema I: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja; Sistema II: trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca/soja; Sistema III: pastagem perene de estação fria (festuca + trevo branco + trevo vermelho + cornichão) depois sistemas de produção de grãos (PPF); Sistema IV: pastagem perene de estação quente (pensacola + trevo branco + trevo vermelho + cornichão + aveia preta + azevém) depois sistemas de produção de grãos (PPQ) e Sistema V: alfafa, depois sistemas de produção de grãos

Ab: aveia branca; Ap: aveia preta; Al: alfafa; E: ervilhaca; M: milho; S: soja; e T: trigo

A adubação de manutenção foi aplicada de acordo com a indicação para a cultura de aveia branca e baseada nos resultados da análise de solo (Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004). As amostras foram coletadas após a colheita das culturas de verão.

A semeadura, o controle de plantas daninhas e os tratamentos fitossanitários, foram realizados conforme indicação para esta cultura (Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia, 2006). A colheita foi efetuada com automotriz especial para parcelas experimentais. A área da parcela foi de 20 m de comprimento por 3 m de largura (60 m²). O rendimento de grãos de aveia branca foi determinado a partir da colheita de área de 23,80 m², ajustando-se o rendimento para umidade de 13%.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Foi efetuada a análise de variância do rendimento de grãos, da massa do hectolitro e da massa de 1.000 grãos de aveia branca (dentro de cada ano e na média dos anos, de 1997 a 2011). Considerou-se fixo o efeito do tratamento e o de efeito do ano aleatório. Os parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, com uso do programa estatístico SAS versão 9.2 (SAS, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do rendimento de grãos, da massa do hectolitro e da massa de 1.000 grãos, de 1997 a 2011, podem ser observados nas Tabelas 2 a 4. Em 2003 e em 2005 e na média conjunta de 1997 a 2011, constatou-se diferença no rendimento de grãos da aveia branca entre os sistemas de produção com integração lavoura-pecuária (Tabela 2).

Em 2003 a aveia branca cultivada após pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho (sistema II) mostrou maior rendimento de grãos do que quando cultivada após pastagens perenes de estação fria/milho (sistemas III) após pastagens perenes de estação quente (sistema IV) e também após alfafa/milho (sistema V) (Tabela 2). A aveia cultivada após ervilhaca/milho, situou-se numa posição intermediária para rendimento de grãos

(sistema I) porém em 2005 e na média conjunta dos anos, de 1997 a 2011, a aveia branca cultivada após pastagens perenes de estação quente/milho e após alfafa/milho mostrou rendimento de grãos superior ao da aveia branca cultivada após pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho. A aveia cultivada após ervilhaca/milho e após pastagens perenes de estação fria/milho se situou numa posição intermediária, para rendimento de grãos.

Na primeira avaliação deste mesmo experimento, realizada por Santos & Fontaneli (2003) houve diferença para rendimento de grãos da aveia branca mas só na análise conjunta de 1997 a 2000, que foi atribuída ao resultado de pequenos valores acumulados nos quatro primeiros anos estudados entre os tratamentos, quando a aveia branca foi cultivada em sequência a pastagens perenes de estação fria/milho (3.105 kg ha⁻¹), pastagens perenes de estação quente/milho (3.187 kg ha⁻¹) e alfafa/milho (3.261 kg ha⁻¹) em relação aos tratamentos após ervilhaca/milho (2.727 kg ha⁻¹) e após pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho (2.503 kg ha⁻¹). Desta maneira, o rendimento de grãos de aveia branca foi mais elevado quando cultivados após alfafa/milho, pastagens perenes de estação quente/milho e pastagens perenes de estação fria/milho; entretanto, este último sistema foi semelhante estatisticamente ao rendimento de grãos de aveia branca cultivada após ervilhaca/milho.

Na segunda avaliação da análise conjunta de 2003 a 2007 não houve diferença entre os sistemas de produção com integração lavoura-pecuária para rendimento de grãos da cultura de aveia branca (Santos et al., 2009). Neste período de avaliação a diferença acumulada no rendimento de grãos da aveia branca entre os tratamentos foi relativamente pequena.

É necessário levar em consideração que no sistema I (trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja) havia somente culturas produtoras de grãos desde 1993, enquanto no sistema II havia culturas produtoras de grãos e pastagem anual de inverno (trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca/soja). Portanto, os resultados de rendimento de grãos de aveia branca no experimento em estudo, concordam com dados frequentemente encontrados na literatura de melhoria das condições produtivas dos solos após pastagens perenes, pelo

Tabela 2. Efeitos de sistemas de produção com integração lavoura-pecuária no rendimento de grãos, de aveia branca, Passo Fundo, RS

Table 2. Effect of crop-livestock production systems on oats grain yield. Passo Fundo, RS

Ano	Sistema de produção					Média	C.V. (%)	F-tratamentos
	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV	Sistema V			
	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)							
1997	2.420	2.315	2.590	2.478	3.091	2.579 f-h	18	1,7ns
1998	1.899	1.837	2.286	2.300	2.482	2.161 h	18	2,0ns
1999	2.946	2.327	3.062	3.075	3.177	2.917 d-g	15	1,7ns
2000	3.644	3.419	4.483	4.483	4.292	4.146 a	17	3,1ns
2003	3.115 AB	3.562 A	2.547 C	2.983 BC	2.937 BC	3.069 c-f	11	4,7*
2004	2.662	2.607	2.661	2.725	2.810	2.693 e-g	9	0,4ns
2005	2.508 AB	2.302 B	2.660 AB	3.017 A	2.968 A	2.691 e-g	12	3,5*
2007	3.420	3.266	3.361	3.392	3.598	3.407 b-d	11	0,4ns
2008	3.161	2.836	3.109	3.274	3.372	3.150 c-e	14	0,8ns
2009	3.596	4.104	3.892	3.701	3.458	3.750 ab	11	1,6ns
2010	3.281	3.211	3.715	3.616	3.731	3.511 bc	14	1,0ns
2011	2.582	2.222	2.606	2.794	2.446	2.530 g-h	13	1,7ns
Média	2.953 AB	2.834 B	3.081 AB	3.187 A	3.196 A	3.050	-	4,4**

¹ Sistema I: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja; ² Sistema II: trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca/soja; ³ Sistema III: pastagem perene de estação fria (festuca + trevos + cornichão) depois produção de grãos; ⁴ Sistema IV: pastagem perene de estação quente (pensacola + trevos + cornichão + aveia preta + azevém) depois produção de grãos, e ⁵ Sistema V: alfafa, depois produção de grãos

Médias seguidas de mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não apresentam diferenças significativas a nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey ns: não significativo; *: nível de significância de 5%; **: nível de significância de 5%

acúmulo de nutrientes na superfície do solo, principalmente de matéria orgânica (Santos et al., 2001; Flores et al., 2008).

Na sua avaliação da fertilidade do solo deste experimento, em 1998, Santos et al. (2001), observaram que o sistema IV (37 g kg⁻¹) mostrou teor de matéria orgânica do solo maior do que os sistemas I (30 g kg⁻¹) e II (28 g kg⁻¹) na camada de 0-5 cm. Nessa mesma camada os sistemas III (33 g kg⁻¹) e V (32 g kg⁻¹) foram superiores ao sistema II para os teores de matéria orgânica. Esta diferença entre os sistemas pode ser explicada, em parte, pela presença de leguminosas perenes para pastoreio ou corte (alfafa, cornichão, trevo branco e trevo vermelho) nos sistemas IV e V, em comparação com os sistemas I (culturas produtoras de grãos e de cobertura de solo) e II (culturas produtoras de grãos e pastagem de aveia preta + ervilhaca). Provavelmente, os valores obtidos para matéria orgânica, citados acima, influenciaram o verificado por Santos & Fontaneli (2003) na análise conjunta de 1997 a 2000, para rendimento de grãos de aveia branca, entre os sistemas de produção com integração lavoura-pecuária. Flores et al. (2008) observaram, trabalhando com sistemas de manejo de solo, após período de cinco anos, que o teor de matéria orgânica do solo foi mais elevado na pastagem de aveia preta + ervilhaca (62 g kg⁻¹) e na floresta subtropical (47 g kg⁻¹) do que no sistema plantio direto (23 g kg⁻¹) e no preparo convencional com arado de discos mais grade (20 g kg⁻¹) na camada de 0-5 cm. Após este período de estudo os autores não verificaram diferenças no rendimento de grãos de milho.

Por outro lado e de acordo com vários autores, sistemas de produção com integração lavoura-pecuária, têm aumentado o rendimento de grãos de algumas espécies (milho e soja) ao melhorar as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (Tracy & Zhang, 2008; Babinot Jr., et al., 2009; Macedo 2009; Conte et al., 2011). De acordo com Vilela et al. (2003) as pastagens têm, de modo geral, a capacidade de manter ou até aumentar o teor de matéria orgânica do solo, em comparação com cultivos anuais, exclusivo de produção de grãos, em virtude da grande quantidade de biomassa e pelo sistema radicular extenso, em constante renovação (Souza et al., 2009; Silva et al., 2011). Na maioria dos trabalhos relatados

acima, trata-se de manejo de pastagens perenes de estação quente juntamente com a cultura de milho ou de pastagens anuais e depois a cultura de soja. Até o presente momento não foi encontrado artigo algum relatando cultivo de pastagens perenes de estação fria ou de pastagens de estação quente e, posteriormente, cultivo de aveia branca para rendimento de grãos, a não ser o de Santos & Fontaneli (2003).

Conforme já foi relatado em 1998, deste mesmo experimento, houve diferenças no teor de matéria orgânica do solo, entre os sistemas de produção com integração lavoura-pecuária, na maioria das camadas estudadas (Santos et al., 2001). Neste período de estudo os resultados de rendimento de grãos de aveia branca podem estar relacionados aos teores de matéria orgânica do solo. Porém, na avaliação de 2000 e 2002 desse mesmo experimento, em todas as camadas dos sistemas de produção integração lavoura-pecuária, não foram constatadas diferenças entre os teores de matéria orgânica do solo (Santos et al., 2011b). Pelo observado neste estudo, com o passar dos anos os valores de matéria orgânica do solo das pastagens perenes para pastejo na estação fria e na estação quente e da alfafa tenderam a se igualar mas houve acúmulo de matéria orgânica principalmente na camada de 0-5 cm, em todos os sistemas de produção estudados.

Entretanto, ao se comparar os anos em cada camada (Santos et al., 2011b), observou-se diferença no teor de matéria orgânica do solo de todos os sistemas de produção com integração lavoura-pecuária, ou seja, o teor de matéria orgânica do solo aumentou entre os anos de 1998 e 2002. É bem provável que este aumento da matéria orgânica do solo tenha influenciado o rendimento de grãos da aveia branca, na análise conjunta do período de 1997 a 2011.

O rendimento médio de grãos de aveia branca no período, foi de 3.050 kg ha⁻¹. O maior rendimento médio de grãos de aveia branca ocorreu no ano de 2000 (4.146 kg ha⁻¹) enquanto o menor se manifestou no ano de 1998 (2.161 kg ha⁻¹).

Em 2007 e na média conjunta de 1997 a 2011, houve diferença na massa do hectolitro da aveia branca entre os sistemas de produção com integração lavoura-pecuária (Tabela 3). Em 2007 a aveia cultivada após alfafa/milho, mostrou

Tabela 3. Efeitos de sistemas de produção com integração lavoura-pecuária na massa do hectolitro de aveia branca, Passo Fundo, RS

Table 3. Effect of crop-livestock production systems on hectoliter weight of oats. Passo Fundo, RS

Ano	Sistema de produção					Média	C.V. (%)	F-tratamentos
	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV	Sistema V			
	Massa do hectolitro (kg hl ⁻¹)							
1997	41	42	41	41	42	41 ed	6	0,2ns
1998	40	40	39	39	40	40 e	3	0,2ns
1999	41	40	37	40	41	40 e	7	1,6ns
2000	44	43	45	45	46	45 bc	4	0,9ns
2003	50	50	46	47	48	48 a	6	1,7ns
2004	45	43	44	45	45	44 bc	4	0,5ns
2005	45	44	46	46	47	45 b	3	1,6ns
2007	43AB	44 AB	43 AB	41 B	46 A	43 b-d	4	3,6*
2008	41	40	40	39	41	40 e	3	2,0ns
2009	42	43	43	43	44	43 cd	3	0,5ns
2010	43	43	45	44	45	44 bc	3	1,8ns
2011	45	43	45	45	45	45 bc	5	0,8ns
Média	43 AB	43 AB	42 B	43 AB	44 A	43	-	2,5*

¹ Sistema I: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja; ² Sistema II: trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca/soja; ³ Sistema III: pastagem perene de estação fria (festuca + trevos + cornichão) depois produção de grãos; ⁴ Sistema IV: pastagem perene de estação quente (pensacola + trevos + cornichão + aveia preta + azevém) depois produção de grãos, e ⁵ Sistema V: alfafa, depois produção de grãos.

Médias seguidas de mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não apresentam diferenças significativas, a nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey ns: não significativo; *: nível de significância de 5 %

Tabela 4. Efeitos de sistemas de produção com integração lavoura-pecuária no peso de 1.000 grãos de aveia branca, Passo Fundo, RS**Table 4.** Effect of crop-livestock production systems on 1,000 kernel weight of oats. Passo Fundo, RS

Ano	Sistema de produção					Média	C.V. (%)	F-tratamentos
	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV	Sistema V			
			Massa de 1.000 grãos (g)					
1997	35	37	36	37	39	36 b	7	0,9ns
1998	35	37	37	37	38	36 b	3	0,1ns
1999	30	32	30	30	32	31 ef	6	0,9ns
2000	36	36	37	35	34	36 bc	5	0,4ns
2003	34	33	33	32	32	33 de	5	0,7ns
2004	29	30	28	29	29	29 f	10	0,2ns
2005	38	37	38	36	37	37 ab	4	1,3ns
2007	36	36	35	34	34	35 b-d	5	1,2ns
2008	29	29	29	29	29	29 f	6	0,1ns
2009	39	39	40	39	40	39 a	4	0,5ns
2010	34	33	33	32	34	33 cd	5	0,6ns
2011	38	35	36	38	37	36 b	13	0,3ns
Média	35	34	34	34	35	34	-	0,6ns

¹ Sistema I: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja; ² Sistema II: trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca/soja; ³ Sistema III: pastagem perene de estação fria (festuca + trevos + cornichão) depois produção de grãos; ⁴ Sistema IV: pastagem perene de estação quente (pensacola + trevos + cornichão + aveia preta + azevém) depois produção de grãos, e ⁵ Sistema V: alfafa, depois produção de grãos.

Médias seguidas de mesma letra minúscula na vertical, não apresentam diferenças significativas, a nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey
ns: não significativo

massa do hectolitro superior à da aveia branca cultivada após pastagens perenes de estação quente/milho. Os demais sistemas de produção se situaram numa posição intermediária para massa do hectolitro. Porém, na análise conjunta de 1997 a 2011, a aveia cultivada após alfafa/milho apresentou massa do hectolitro maior em relação à aveia branca cultivada após pastagens perenes de estação fria/milho. Os demais sistemas ficaram numa posição intermediária para massa do hectolitro. O maior rendimento de grãos obtido no período de 1997 a 2011, pela aveia branca cultivada após alfafa/milho, pode ser explicado, em parte, pela massa do hectolitro mais elevada nesse sistema de produção. A massa média do hectolitro de aveia branca foi de 43 g.

Neste período de estudo não houve diferenças entre as médias para massa de 1.000 grãos da aveia branca (Tabela 4). A massa média de 1.000 grãos de aveia branca foi de 34 g.

Os dados obtidos no presente estudo confirmam que, em sistemas de rotação com trigo (Santos, 1991), a aveia branca, ervilhaca, linho e trigo ou com aveia preta, ervilhaca e trigo, têm apresentado rendimento de grãos relativamente elevado (Santos et al., 2011a). As doenças verificadas na aveia branca no período de estudo 1985 a 1988 e de 1990 a 1997, foram ferrugem-da-folha (*Puccinia coronata*) e helmintosporiose (*Drecheslera avenae*) porém patógenos que não atacam a cultura de trigo. De acordo com Slope & Etheridge (1971) 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 produção em rotação com essa gramínea, em plantio direto.

CONCLUSÕES

A aveia branca cultivada após pastagens perenes de estação quente (sistema IV) e após alfafa (sistema V) apresentou rendimento de grãos mais elevado do que após pastagem de aveia preta + ervilhaca (sistema II).

A aveia branca cultivada após alfafa, mostrou maior massa hectolétrica, em relação à aveia branca cultivada após pastagens perenes de estação fria (sistema III).

Os sistemas com leguminosas perenes (alfafa, cornichão, trevo branco e trevo vermelho) foram os mais eficientes no acúmulo de matéria orgânica, na camada superficial do solo.

LITERATURA CITADA

- Ambrosi, I. Santos, H. P. dos; Fontaneli, R. S.; Zoldan, S. M. Lucratividade e risco de sistema de produção de grãos combinados com pastagens de inverno. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.36, n.10, p.1213-1219, 2001. <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2001001000001>. 03 Jun. 2012. doi:10.1590/S0100-204X2001001000001.
- Balbino, L. C.; Cordeiro, L. A. M.; Porfirio-da-Silva, V.; Moraes, A. De; Martínez, G. B.; Alvarenga, R. C. Kichel, A. N.; Fontaneli, R. S.; Santos, H. P. dos; Franchini, J. C.; Galerani, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.46, n.10, p.i-xii, 2011. <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2011001000001&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. 03 Jun. 2012. doi:10.1590/S0100-204X2011001000001.
- Balbinot Jr., A. A.; Moraes, A.; Veiga, M.; Pelissari, A. Dickow, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. Ciência Rural, v.39, n.6, p.1925-1933, 2009. <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-847820090006000049&lng=pt&nrm=iso&tlng=en>. 03 Jun. 2012. doi:10.1590/S0103-847820090006000049.
- Carvalho, J. L. N.; Avanzi, J. C.; Silva, L. M. N.; Mello, C. R. de; Cerri, C. E. P. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.34, p.277-289, 2010. <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832010000200001&script=sci_arttext>. 03 Jun. 2012. doi:10.1590/S0100-06832010000200001.

- Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia. Indicações técnicas para a cultura da aveia. Guarapuava: A Comissão: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 2006. 82p.
- Comissão de Química e Fertilidade do Solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10. ed. Porto Alegre: CQFS/SBSC/NRS, 2004. 400p.
- Conte, O; Flores, J. P. C.; Cassol, L. C.; Anghinoni, I.; Carvalho, P. C. de F.; Levien, R.; Wesp, C. de L. Evolução de atributos físicos de solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.46, n.10, p.1301-1309, 2011. <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2011001000026&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. 03 Jun. 2012. doi:10.1590/S0100-204X2011001000026.
- Flores, J. P. C.; Cassol, L. C.; Anghinoni, I.; Carvalho, P. C. de F. Atributos químicos do solo em função da aplicação superficial de calcário em sistema de integração lavoura pecuária submetido a pressões de pastejo em plantio direto. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.32, p.2385-2396, 2008. <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832008000600017&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. 03 Jun. 2012. doi:10.1590/S0100-06832008000600017.
- Fontaneli, R. S.; Santos, H. P. dos; Voss, M.; Ambrosi, I. Rendimento e nodulação de soja em diferentes rotações de espécies anuais de inverno sob plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.35, n.2, p.349-355, 2000. <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2000000200014&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. 03 Jun. 2012. doi:10.1590/S0100-204X2000000200014.
- Macedo, M. C. M. Integração lavoura pecuária o estado da arte e inovações tecnológicas Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, n.especial, p.133-146, 2009. <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982009001300015&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. 03 Jun. 2012. doi:10.1590/S1516-35982009001300015.
- Santos, H. P. dos; Fontaneli, R. S.; Spera, S. T.; Maldaner, G. L. Conversão e balanço de energia de sistemas de produção com integração lavoura-pecuária sob plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.46, n.10, p.1193-1199, 2011c. <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2011001000011&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. 03 Jun. 2012. doi:10.1590/S0100-204X2011001000011.
- Santos, H. P. dos. Efeito de sistemas de cultivo sobre rendimento de grãos e outras características agrônomicas da aveia preta e branca, em rotação com trigo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.26, n.5, p.709-714, 1991. <<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/download/3395/728>>. 03 Jun. 2012.
- Santos, H. P. dos; Fontaneli, R. S. Rendimento de grãos de aveia branca em sistemas de produção envolvendo pastagens anuais e perenes, sob plantio direto. Revista Científica Rural, v.8, n.1, p.123-128, 2003.
- Santos, H. P. dos; Fontaneli, R. S.; Spera, S. T. Rendimento de grãos de aveia branca (*Avena sativa* L.) em sistemas de produção com pastagens, sob plantio direto. In: Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia, 29., 2009, Porto Alegre. Resultados experimentais. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009. p.142-145.
- Santos, H. P. dos; Fontaneli, R. S.; Spera, S. T.; Dreon, G. Fertilidade e teor de matéria orgânica do solo em sistemas de produção com integração lavoura e pecuária sob plantio direto. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.6, n.3, p.474-482, 2011b. <http://agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=viewArticle&path%5B%5D=agraria_v6i3a1226>. 03 Jun. 2012. doi:10.5039/agraria.v6i3a1266.
- Santos, H. P. dos; Fontaneli, R. S.; Spera, S. T.; Dreon, G.; Lampert, E. A. Efeito de tipos de manejo do solo no rendimento de grãos e algumas características agrônomicas da aveia branca (*Avena sativa* L.). In: Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia, 31., 2011, Passo Fundo. Resultados experimentais. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2011a. p.106-110.
- Santos, H. P. dos; Fontaneli, R. S.; Tomm, G. O. Efeito de sistemas de produção de grãos e de pastagens sob plantio direto sobre o nível de fertilidade do solo após cinco anos. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.25, n.3, p.645-653, 2001. <<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=180218337014>>. 03 Jun. 2012.
- SAS Institute. SAS system for microsoft windows version 9.2. Cary: SAS, 2008.
- Silva, R. F. da; Guimarães, M. de F.; Aquino, A. M. de; Mercante, F. M. Análise conjunta de atributos físicos e biológicos do solo sob sistema de integração lavoura-pecuária. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.46, n.10, p.1277-1283, 2011. <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2011001000023&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. 03 Jun. 2012. doi:10.1590/S0100-204X2011001000023.
- 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, v.67, n.1, p.13-22, 1971. <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1744-7348.1971.tb02904.x/abstract>>. 03 Jun. 2012. doi:10.1111/j.1744-7348.1971.tb02904.x.
- Souza, E. D. de; Costa, S. E. V. G. de A.; Anghinoni, I.; Carvalho, P. C. de F.; Andrigueti, M.; Cao, E. Estoques de carbono orgânico e de nitrogênio no solo em sistemas de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidade de pastejo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.33, n.6, p.1829-1836, 2009. <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832009000600031&script=sci_arttext>. 03 Jun. 2012. doi:10.1590/S0100-06832009000600031.
- Streck, E. V.; Kämpf, N.; Dalmolin, R. S. D.; Klamt, E.; Nascimento, P. C. do; Schneider, P.; Giasson, E.; Pinto, L. F. S. Solos do Rio Grande do Sul. 2.ed. Porto Alegre: EMATER/RS; 2008. 222p.

- Tracy, B. F.; Zhang, Y. Soil Compaction, corn yield response, and soil nutrient pool dynamics within and integrated crop-livestock system in Illinois. *Crop Science*, v.48, n.3, p.1211-1218, 2008. <<https://www.crops.org/publications/cs/abstracts/48/3/1211>>. 03 Jun. 2012. doi:10.2135/cropsci2007.07.0390.
- Vilela, L.; Macedo, M. C. M.; Martha Jr., G. B.; Kluthcouski, J. Benefícios da integração lavoura-pecuária. In: Kluthcouski, J.; Stone, L. F.; Aida, H. (eds.). *Integração lavoura-pecuária*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.145-170.