

Santos, Henrique P.; Fontaneli, Renato S.; de Castro, Ricardo L.; Fontaneli, Roberto S.; Lampert, Evandro A.

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

Revista Brasileira de Ciências Agrárias, vol. 8, núm. 3, 2013, pp. 408-415

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Pernambuco, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119028125009>

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

Henrique P. Santos¹, Renato S. Fontaneli¹, Ricardo L. de Castro²,
Roberto S. Fontaneli³ & Evandro A. Lampert²

¹ Embrapa Trigo, Rodovia BR 285, Km 294, CEP 99001-970, Passo Fundo-RS, Brasil. E-mail: hpsantos@cnpt.embrapa.br; renatof@cnpt.embrapa.br. Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq

² Embrapa Trigo, Rodovia BR 285, Km 294, CEP 99001-970, Passo Fundo-RS, Brasil. E-mail: rlcastro@cnpt.embrapa.br; evandro@cnpt.embrapa.br

³ Universidade de Passo Fundo, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Rodovia BR 285, São José, CEP 99052-900, Passo Fundo-RS, Brasil. E-mail: roberto@upf.tche

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar o desempenho de trigo em sistemas de produção com integração lavoura-pecuária (ILP), sob plantio direto. 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 – PPF (festuca + trevo branco + trevo vermelho + cornichão)]; sistema IV [pastagens perenes da estação quente PPQ (pensacola + aveia preta + azevém + trevo branco + trevo vermelho + cornichão)] e sistema V (alfafa). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. O trigo cultivado após pastagens perenes de estação quente/milho, mostrou rendimento de grãos mais elevado do que após ervilhaca/milho. O trigo cultivado após pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho, após PPF/milho e após alfafa/milho, situou-se numa posição intermediária para rendimento de grãos. Não houve diferença na massa do hectolitro, na massa de 1.000 grãos, no número de espigueta por planta, no número de grãos por planta nem na massa de grãos por planta entre os trigos cultivados para os ILP.

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

Wheat grain yield in integrated crop-livestock production systems under no-tillage system

ABSTRACT

The objective of this study was to assess grain yield of wheat in production systems integrating crop-livestock under no-tillage. The treatments consisted of five production systems: system I (wheat/soybean, common vetch/corn, and wheat oat/soybean); system II (wheat/soybean, black oat (pasture) + common vetch/corn (pasture), and white oat/soybean); system III [perennial cool season pastures (fescue + white clover + red clover + birdsfoot trefoil)]; system IV [perennial warm season pastures (Bahia grass + black oat + rye grass + white clover + red clover + birdsfoot trefoil)]; and system V (alfalfa). A completely randomized block design with four replications was used. Wheat grown after warm-season perennial forages / corn, showed a higher grain yield than after vetch / corn. Wheat grown after black oat + common vetch / corn (pasture), perennial cool-season pasture corn, and after alfalfa/corn, stood in an intermediate position. There were no significant differences in hectoliter weight, 1,000 kernel weight, number of spikes per plant, number of grains per plant, and grain mass per plant among wheats cultivated in crop-livestock integration systems.

Key words: alfalfa, Birdsfoot trefoil, tall fescue, Bahia grass, clovers

Introdução

De acordo com Balbinot Jr. et al. (2009) existem, no Brasil, várias estratégias básicas que podem ser adotadas como integração lavoura-pecuária, uma das quais é o uso de pastagens perenes por alguns anos, intercalando um ou mais anos com culturas anuais, caso em que as pastagens perenes mais utilizadas no Sudeste do Brasil são as que exibem maior acúmulo de massa no verão como, por exemplo, capim braquiária, capim elefante e capim mombaça. Essa estratégia possui elevada importância para as culturas de verão, tais como soja, milho e arroz irrigado; faltaria incluir, nesses sistemas, culturas produtoras de grãos economicamente viáveis no inverno.

No Sul do Brasil, porém, a integração lavoura-pecuária está sendo divulgada como alternativa às rotações que usam cereais de inverno e para o uso eficiente da terra no período de sucessões de lavoura de verão diversificando a propriedade, diminuindo o risco da lavoura e melhorando o solo (Souza et al., 2009; Fontaneli et al., 2010; Carvalho et al., 2010).

Quanto às propriedades químicas do solo e como observado no sistema plantio direto, o pasto pode trazer melhoria à fertilidade do solo em razão do acúmulo de matéria orgânica, da alteração na ciclagem de nutrientes (Flores et al., 2008; Souza et al., 2009; Balbino et al., 2011), da melhoria na eficiência do uso de fertilizantes e da capacidade de absorção de nutrientes (Carvalho et al., 2010; Conte et al., 2011). No trabalho desenvolvido por Santos et al. (2011b) observou-se na maioria das camadas e dos sistemas de produção com integração lavoura-pecuária, que o teor de matéria orgânica do solo foi igual ou superior ao valor registrado quatro anos antes indicando que o uso do sistema plantio direto pode contribuir para o aumento do teor de matéria orgânica do solo e, consequentemente, da sua qualidade.

Na região Sul do Brasil foram iniciados, na década de 1990, 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 ao trevo branco, ao

trevo vermelho e ao cornichão (Fontaneli et al., 2010; Santos et al., 2001; 2009). Estariam faltando mais trabalhos de longa duração envolvendo pastagens perenes de inverno ou pastagens perenes de verão, por período de três a quatro anos, retornando com lavouras produtoras de grãos anuais de inverno e de verão e avaliando o efeito dessas combinações na fertilidade do solo e no rendimento de grãos das culturas de inverno e de verão.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de sistemas de produção com integração lavoura-pecuária, sob sistema plantio direto, no rendimento de grãos e em algumas características agronômicas de trigo.

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 de 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)]; sistema IV [pastagem perene de estação quente (pensacola) associada a pastagens de inverno (aveia preta + azevém + trevo branco + trevo vermelho + cornichão) no período hibernal]; e sistema V (alfafa). O trigo foi semeado após aveia branca/soja (Tabela 1). As cultivares de trigo usadas foram Embrapa 16, em 1998, BRS 49, em 1999 e 2000, BRS 179, de 2001 a 2003, BRS Angico, em 2004, BRS Louro, em 2005 e 2006 e a BRS Guamirim, de 2007 a 2011.

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

A semeadura, o controle de plantas daninhas e os tratamentos fitossanitários, foram realizados conforme indicação para essa cultura (Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale, 2010). A colheita foi efetuada com automotriz especial para

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

Sistema produção	1996	1997	1998	1999	...	2009	2010	2011
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	E/M
	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S		T/S	E/M	Ab/S
Sistema II	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	Ap+E/M
	Ab/S	T/S	Ap+E/M	Ab/S		T/S	Ap+E/M	Ab/S
Sistema III	PPF/S	E/M	Ab/S	T/S		E/M	Ab/S	T/S
	PPF/M	Ab/S	T/S	E/M		Ab/S	T/S	E/M
	PPF/S	T/S	E/M	Ab/S		T/S	E/M	Ab/S
Sistema IV	PPQ/S	E/M	Ab/S	T/S		E/M	Ab/S	T/S
	PPQ/M	Ab/S	T/S	E/M		Ab/S	T/S	E/M
	PPQ/S	T/S	E/M	Ab/S		T/S	E/M	Ab/S
Sistema V	Al/S	E/M	Ab/S	T/S		E/M	Ab/S	T/S
	Al/M	Ab/S	T/S	E/M		Ab/S	T/S	E/M
	Al/S	T/S	E/M	Ab/S		T/S	E/M	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 - PPF (festuca + trevo branco + trevo vermelho + cornichão), depois produção de grãos; Sistema IV: pastagem perene de estação quente - PPQ (pensacola) associada a pastagens de inverno (trevo branco + trevo vermelho + cornichão + aveia preta + azevém), depois produção de grãos e Sistema V: alfafa, depois produção de grãos. Ab: aveia branca; Ap: aveia preta; Al: alfafa; E: ervilhaca; M: milho; S: soja; e T: trigo. * No período de 2000 a 2008, houve continuidade dos mesmos sistemas de rotação.

parcelas experimentais. A área da parcela foi de 20 m de comprimento por 3 m de largura (60 m²). O rendimento de grãos de trigo 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, da massa de 1.000 grãos e dos seguintes componentes do rendimento: número de espiguetas por planta, número de grãos por planta e massa de grãos por planta de trigo, dentro de cada ano e na média dos anos, de 1998 a 2011. Considerou-se fixo o efeito do tratamento e o efeito do ano, aleatório. Os parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância, complementada pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, com uso do programa estatístico SAS versão 9.2 (SAS, 2008).

Resultados e Discussão

As médias do rendimento de grãos, da massa do hectolitro, da massa de mil grãos, do número de espiguetas por planta, do número de grãos por planta e da massa de grãos por planta de trigo, de 1998 a 2011, dos cinco sistemas de produção com integração lavoura-pecuária, se encontram nas tabelas de 2 a 7. A análise de variância desses parâmetros mostrou efeitos significativos para anos e sistemas.

Nos anos de 2005, 2006 e 2010 e na média conjunta de 1998 a 2011, houve diferença no rendimento de grãos de trigo entre os sistemas de produção com integração lavoura-pecuária (Tabela 2). Em 1998, embora tenha sido observada diferença significativa entre as médias de rendimento de grãos pela análise de variância (teste F), esta significância não foi confirmada pelo teste de Tukey, a 5%, em complementação (Tabela 2).

Em 2005, o trigo cultivado após pastagens de estação quente/milho (sistema IV) apresentou maior valor de rendimento de grãos do que o trigo cultivado após ervilhaca/milho (sistema I), enquanto o trigo cultivado após pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho (sistema II), após pastagens

perenes de estação fria/milho (sistema III) e após alfafa/milho (sistema V) ficou em posição intermediária porém em 2006 o trigo cultivado após ervilhaca/milho (sistema I), após pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho (sistema II) e após alfafa/milho (sistema V), mostrou rendimento de grãos mais elevados em comparação com o trigo cultivado após pastagens perenes de estação fria/milho (sistema III) e de estação quente/milho (sistema IV). Em 2010 o trigo cultivado após pastagens perenes de estação quente/milho (sistema IV) foi superior ao trigo cultivado após alfafa/milho (sistema V) para rendimento de grãos, ficando os demais sistemas (I, II e III) em posições intermediárias. Parte desta diferença no rendimento de grãos de trigo, neste ano, pode ser explicada pela massa de 1.000 grãos, que foi maior no trigo cultivado após pastagens perenes de estação quente/milho. Na média conjunta dos anos de 1998 a 2011, o trigo cultivado após pastagens perenes de estação quente/milho (sistema IV) indicou rendimento de grãos superior ao trigo cultivado após ervilhaca/milho (sistema I) e o trigo cultivado após pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho, pastagens perenes de estação fria/milho e após alfafa/milho, situou-se em posição intermediária para rendimento de grãos.

O rendimento médio de grãos de trigo no período foi de 3.426 kg ha⁻¹; o maior rendimento médio de grãos de trigo ocorreu no ano de 2010 (5.152 kg ha⁻¹), enquanto o menor se manifestou no ano de 2001 (1.510 kg ha⁻¹). Constatou-se, em 2001, precipitação de granizo, o que prejudicou o rendimento de grãos de trigo (Tabela 2).

Fontaneli et al. (1998) observaram, estudando sistemas de produção com integração lavoura-pecuária, todavia, com pastagens anuais de estação fria, durante seis anos, sob sistema plantio direto, em Passo Fundo e em região adjacente, diferenças entre os tratamentos. O sistema I (trigo/soja, pastagem de aveia preta/soja e pastagem de aveia preta/soja) sinalizou rendimento de grãos de trigo mais elevado do que o dos demais sistemas de produção. Na avaliação realizada para os atributos químicos e físicos do solo, por Santos et al. (2006) no mesmo experimento, não foram encontradas diferenças

Tabela 2. Rendimento de grãos de trigo em sistemas de produção com integração lavoura-pecuária. 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)								
1998	2.229	2.541	2.334	2.676	2.695	2.495 f	9	3,6*
1999	3.811	4.028	3.962	4.131	3.962	3.978 b-d	10	0,3ns
2000	2.271	2.271	2.622	2.708	2.442	2.463 f	13	1,6ns
2001	1.493	1.350	1.411	1.716	1.581	1.510 g	15	1,5ns
2002	2.039	2.216	2.524	2.638	2.509	2.385 f	15	1,8ns
2003	4.148	3.820	3.072	3.831	3.862	3.746 c-e	13	2,6ns
2004	3.832	4.380	4.704	4.362	3.936	4.243 bc	15	1,3ns
2005	3.784 B	3.840 AB	4.343 AB	4.367 A	4.194 AB	4.106 bc	6	4,8*
2006	3.827 A	3.849 A	2.525 B	2.811 B	3.802 A	3.363 e	10	14,0**
2007	2.583	2.402	2.616	2.693	2.624	2.584 f	15	0,3ns
2008	3.926	4.170	4.045	4.222	3.647	4002 b-d	11	1,1ns
2009	4.298	4.550	4.425	4.709	4.118	4.420 b	9	1,3ns
2010	5.315 AB	5.151 AB	5.214 AB	5.482 A	4.598 B	5.152 a	6	4,2*
2011	3.190	3.154	3.647	4.202	3.393	3.517 de	21	1,3ns
Média	3.339 B	3.409 AB	3.389 AB	3.611 A	3.383 AB	3.426	-	2,9*

¹Sistema 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%; e **: nível de significância de 1%.

relevantes entre os sistemas de produção com integração lavoura-pecuária.

No trabalho desenvolvido por Santos et al. (2011a), com sistemas de produção com integração lavoura-pecuária, embora com pastagem anual e com cereais de inverno de duplo propósito, durante seis anos, sob sistema plantio direto, foram constatadas diferenças entre os tratamentos. Os sistemas II (trigo/soja e pastagem de aveia preta/milho: 2.614 kg ha⁻¹), III (trigo/soja e pastagem de aveia preta/soja: 2.721 kg ha⁻¹), IV (trigo/soja e ervilha/milho: 2.653 kg ha⁻¹) e V (trigo/soja, triticale de duplo propósito/soja e ervilhaca/soja: 2.743 kg ha⁻¹) proporcionaram maior rendimento de grãos de trigo em comparação com o sistema VI (trigo/soja, aveia branca de duplo propósito/soja e trigo de duplo propósito/soja: 2.394 kg ha⁻¹). O trigo cultivado no sistema I (trigo/soja e ervilhaca/milho: 2.585 kg ha⁻¹), situou-se numa posição intermediária para rendimento de grãos. Não houve diferenças no rendimento de grãos entre os trigos cultivados para produção de grãos e para duplo propósito. Neste mesmo experimento e na avaliação de 2003, o teor de matéria orgânica do solo foi maior em todas as camadas e em todos os sistemas de produção com integração lavoura-pecuária, do que o encontrado na época da instalação do experimento, em 1995 (Santos et al., 2009); no entanto, entre os sistemas de produção com integração lavoura-pecuária não foram constatadas, em todas as camadas amostradas, diferenças entre os teores de matéria orgânica do solo, mas se verificaram diferenças no teor de matéria orgânica do solo entre todas as camadas amostradas dos sistemas de produção com integração lavoura-pecuária; o teor de matéria orgânica do solo foi decrescente da camada superficial para as camadas mais profundas.

Na análise conjunta de 1998 a 2000, Fontaneli & Santos (2003) observaram maior diferença no rendimento de grãos de trigo neste mesmo experimento, resultante de pequenas diferenças acumuladas nos primeiros anos avaliados no trigo cultivado após pastagens perenes de estação quente/milho (3.172 kg ha⁻¹) e após alfafa/milho (3.033 kg ha⁻¹), em relação ao trigo cultivado após ervilhaca/milho (2.770 kg ha⁻¹). O trigo cultivado após pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho (2.947 kg ha⁻¹) e após pastagens perenes de estação fria/milho (2.973 kg ha⁻¹), se manteve numa posição intermediária para rendimento de grãos.

Na avaliação dos parâmetros de fertilidade do solo na área experimental, realizada em maio de 1998 (Santos et al., 2001), em quatro camadas (0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm e 15-20 cm de profundidade), houve diferenças em algumas camadas amostradas para os teores de matéria orgânica do solo. O sistema IV, formado por pastagens perenes de estação quente, apresentou teor de matéria orgânica do solo (37 g kg⁻¹) maior que o dos sistemas, somente para produção de grãos (sistema I: 30 g kg⁻¹) e pastagem anual de estação fria (sistema II: 28 g kg⁻¹), na camada de 0-5 cm. Nesta mesma camada os sistemas com pastagens perenes de estação fria (sistema III: 33 g kg⁻¹) e alfafa (sistema V: 32 g kg⁻¹) mostraram valor de matéria orgânica do solo superior ao do sistema II. Esta diferença entre os sistemas de produção com integração lavoura-pecuária pode ser explicada, em parte, pela presença de leguminosas perenes para pastejo (alfafa, cornichão, trevo branco e trevo vermelho)

nos sistemas IV e V, em comparação com os sistemas I (trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja) e II (trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca/soja). O uso de leguminosas visando à ciclagem de nutrientes, ao aumento do teor de N dos sistemas de produção e à elevação da matéria orgânica do solo, tem sido uma estratégia para se atingir produção sustentável (Balbinot Jr. et al., 2009; Calegari et al., 2008 Boddey et al., 2010).

Na avaliação dos atributos químicos realizada neste mesmo experimento, em 2000, 2001 e 2005, não foram observadas diferenças entre os sistemas de produção com integração lavoura-pecuária para o teor de matéria orgânica do solo (Santos et al., 2011b) todavia, o teor de matéria orgânica do solo aumentou entre os anos de 2000 e 2002, em todas as camadas amostradas; nesse período de estudo os resultados de rendimento de grãos de trigo podem estar relacionados aos teores de matéria orgânica do solo.

Em trabalho desenvolvido com sistemas de manejo de solo após cinco anos, Flores et al. (2008) verificaram que o teor de matéria orgânica do solo foi maior na pastagem de aveia preta + ervilhaca (62 g kg⁻¹) e na floresta subtropical (47 g kg⁻¹) em relação ao sistema plantio direto (23 g kg⁻¹) e ao preparo convencional de solo com arado de discos mais grade (20 g kg⁻¹), na camada de 0-5 cm; esses autores não encontraram diferenças para o rendimento de grãos de milho.

Segundo 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; Balbinot 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 aumentar o teor de matéria orgânica do solo, em relação aos cultivos anuais mas somente para a 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). Os trabalhos relatados acima foram realizados com pastagens perenes de estação quente (Braquiárias) juntamente com a cultura de milho ou de pastagens anuais (aveia preta e azevém) e depois a cultura de soja; todavia, na análise conjunta de 2003 a 2009 (Fontaneli et al., 2010), os autores não constataram, neste mesmo experimento, diferenças no rendimento de grãos de trigo entre os sistemas de produção com integração lavoura-pecuária; neste período de avaliação a diferença acumulada no rendimento de grãos de trigo entre os tratamentos foi relativamente pequena. Até o presente momento não foi encontrado nenhum artigo relatando cultivo de pastagens perenes de estação fria ou de pastagens de estação quente e posteriormente cultivo de trigo para rendimento de grãos, a não ser os de Fontaneli & Santos (2003) e Fontaneli et al. (2010).

Em 2006 ocorreu diferença na massa do hectolitro de trigo entre os sistemas de produção com integração lavoura-pecuária (Tabela 3). O trigo cultivado após pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho (sistema II) e após alfafa/milho (sistema V) mostrou massa do hectolitro maior do que após pastagens perenes de estação fria/milho (sistema III). Na média conjunta dos dados, não houve diferença entre os sistemas de produção

com integração lavoura-pecuária para massa do hectolitro de trigo; resultados semelhantes para massa do hectolitro foram encontrados por Santos et al. (2011a), trabalhando com sistema de produção de trigo com integração lavoura-pecuária; a massa média do hectolitro de trigo foi de 75 kg hl⁻¹.

Em 2010 o trigo expressou melhor seu potencial de rendimento de grãos em virtude das condições climáticas terem sido favoráveis ao desenvolvimento da cultura; deve-se ser levar, em consideração que, durante este período de estudo, foram utilizadas seis diferentes cultivares de trigo; em alguns anos a massa do hectolitro se manteve superior ou próxima do padrão (78) requerido para comercialização da cultura do trigo (Tabela 3).

Nos anos 2002, 2005 e 2010, constatou-se diferença na massa de 1.000 grãos de trigo entre os sistemas de produção com integração lavoura-pecuária (Tabela 4). Em 2002 o trigo cultivado após pastagens perenes de estação fria/milho (sistema III) apresentou massa de 1.000 grãos mais elevado

do que o trigo cultivado após ervilhaca/milho (sistema I). Em 2005 se destacaram, para massa de 1.000 grãos, os sistemas com o trigo cultivado após ervilhaca/milho (sistema I) e após pastagens perenes de estação fria/milho (sistema III), em relação ao trigo cultivado após pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho (sistema II). Em 2010, embora a análise de variância tenha indicado diferença significativa (pelo teste F) entre as médias de massa de 1.000 grãos, esta significância não foi confirmada na complementação pelo teste de Tukey, a 5% (Tabela 4). Nos anos 2010 e 2011 foram obtidos os valores mais elevados de massa de 1.000 grãos, em comparação com os demais anos estudados, período de estudo em que não houve diferenças entre os sistemas de produção com integração lavoura-pecuária para as médias de massa de 1.000 grãos de trigo; resultados similares foram obtidos para massa de 1.000 grãos de trigo, por Santos et al. (2011a), pesquisando sistema de produção com integração lavoura-pecuária; enfim, a massa média de 1.000 grãos de trigo foi de 34 g.

Tabela 3. Massa do hectolitro de trigo em sistemas de produção com integração lavoura-pecuária. 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)								
1998	73	74	73	74	73	73 de	2	0,4ns
1999	75	75	76	75	76	75 b-d	1	2,3ns
2000	68	68	68	68	67	68 f	2	0,8ns
2001	75	73	74	74	74	74 c-e	2	0,3ns
2002	75	75	75	75	76	75 b-e	3	0,4ns
2003	80	79	76	79	81	79 a	4	1,2ns
2004	79	81	80	79	77	79 a	5	0,7ns
2005	75	74	75	75	74	74 c-e	3	0,2ns
2006	76 AB	77 A	71 B	74 AB	77 A	75 b-e	3	4,8*
2007	70	69	70	70	71	70 f	2	2,0ns
2008	75	76	77	76	77	76 bc	2	1,1ns
2009	73	73	73	73	73	73 e	2	0,1ns
2010	79	78	80	80	79	79 a	3	0,4ns
2011	76	76	78	78	78	77 ab	3	0,9ns
Média	75	75	75	75	75	-	-	0,7ns

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

Tabela 4. Massa de 1.000 grãos de trigo em sistemas de produção com integração lavoura-pecuária. 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)								
1998	31	32	29	31	31	31 ef	5	2,6ns
1999	35	35	36	36	36	35 cd	3	1,4ns
2000	28	28	29	28	28	28 g	6	0,4ns
2001	30	30	30	30	30	30 f	5	0,1ns
2002	26 B	27 AB	29 A	28 AB	27 AB	28 g	3	4,2*
2003	37	38	38	38	36	38 b	4	3,0ns
2004	31	31	33	33	32	32 e	9	0,8ns
2005	35 A	33 B	35 A	34 AB	34 AB	34 d	2	3,8*
2006	29	29	30	30	31	30 f	4	2,1ns
2007	37	37	37	39	36	37 bc	5	1,9ns
2008	29	29	30	29	29	29 fg	5	0,4ns
2009	35	37	35	37	37	36 bc	4	1,5ns
2010	42 A	39 A	39 A	43 A	40 A	41a	4	4,6*
2011	41	41	40	40	41	41a	2	1,9ns
Média	33	33	33	34	33	34	-	2,1ns

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

Tabela 5. Número de espiguetas/planta de trigo em sistemas de produção com integração lavoura-pecuária. Passo Fundo, RS

Ano	Sistema de produção					Média	C.V. (%)	F-tratamentos
	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV	Sistema V			
Número de espiguetas/planta								
1998	16	16	16	17	17	16 a-c	8	0,6ns
1999	16	17	17	17	17	17 ab	4	0,4ns
2000	16	16	16	16	16	16 bc	5	0,4ns
2001	17	17	17	18	18	17 a	5	2,1ns
2002	16	16	17	17	17	17 ab	4	2,6ns
2003	16	16	15	15	16	16 cd	4	1,6ns
2004	14	15	15	14	15	15 e	5	0,7ns
2005	16	16	16	16	16	16 cd	4	0,5ns
2006	17	16	16	17	16	16 bc	7	1,1ns
2007	12	12	12	12	12	12 g	6	0,8ns
2008	15	15	15	15	15	15 de	4	0,6ns
2009	12	12	12	12	13	12 g	7	0,8ns
2010	12	12	12	11	12	12 g	5	1,9ns
2011	13	14	13	13	14	13 f	5	1,5ns
Média	15	15	15	15	15	-	-	1,1ns

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

Tabela 6. Número de grãos/planta de trigo em sistemas de produção com integração lavoura-pecuária. Passo Fundo, RS

Ano	Sistema de produção					Média	C.V. (%)	F-tratamentos
	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV	Sistema V			
Número de grãos/planta								
1998	32	30	34	36	37	34 b-d	10	2,2ns
1999	35	36	39	37	37	37 ab	11	0,4ns
2000	33	29	27	31	32	30 de	17	1,0ns
2001	29	31	26	31	32	30 de	10	2,5ns
2002	30	31	34	35	37	33 b-d	10	2,7ns
2003	32	30	32	32	32	31 cd	8	0,5ns
2004	30	31	31	32	34	32 cd	12	0,8ns
2005	26	26	27	25	27	26 ef	10	0,2ns
2006	42	37	41	41	34	39 a	11	2,1ns
2007	18	19	21	21	20	20 g	26	0,2ns
2008	33	38	36	36	35	36 a-c	16	0,4ns
2009	25	25	24	20	22	23 fg	20	0,7ns
2010	26	28	27	19	25	25 f	17	2,6ns
2011	32	33	31	32	32	32 cd	10	0,2ns
Média	30	30	31	31	31	-	-	0,5ns

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.

Tabela 7. Massa de grãos/planta de trigo em sistemas de produção com integração lavoura-pecuária. Passo Fundo, RS

Ano	Sistema de produção					Média	C.V. (%)	F-tratamentos
	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV	Sistema V			
Massa de grãos/planta (g)								
1998	1,08	0,96	1,15	1,15	1,19	1,11 d-g	10	2,7ns
1999	1,23	1,27	1,35	1,28	1,32	1,29 a-c	10	0,5ns
2000	1,03	0,93	0,96	0,98	1,02	0,98 g-i	10	0,7ns
2001	0,91	0,94	0,85	0,98	1,05	0,95 hi	10	2,6ns
2002	0,94	1,00	1,12	1,10	1,19	1,07 e-h	11	3,0ns
2003	1,30	1,35	1,28	1,30	1,24	1,29 a-c	9	0,5ns
2004	1,17	1,03	1,13	1,14	1,23	1,14 c-f	13	0,9ns
2005	1,41	1,39	1,46	1,41	1,43	1,42 a	10	0,1ns
2006	1,21	1,10	1,27	1,26	1,12	1,20 b-e	10	1,7ns
2007	0,73	0,75	0,83	0,82	0,80	0,79 j	26	0,2ns
2008	1,15	1,32	1,26	1,28	1,22	1,24 b-d	16	0,4ns
2009	0,87	0,92	0,84	0,75	0,80	0,83 ij	19	0,7ns
2010	1,10	1,10	1,06	0,83	1,00	1,02 f-h	15	2,0ns
2011	1,33	1,33	1,24	1,29	1,32	1,30 ab	11	0,3ns
Média	1,10	1,10	1,13	1,11	1,14	-	-	0,7ns

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.

Entre os anos avaliados e na média conjunta de 1998 a 2011, não houve diferença quanto aos componentes do rendimento (número de espiguetas por planta, número de grãos por planta e massa de grãos por planta) entre os sistemas de produção com integração lavoura-pecuária (Tabelas 5 a 7) porém se verificou, nos anos 1999, 2001 e 2002, maior número de espiguetas por planta de trigo em relação aos demais anos estudados (Tabela 5). O ano de 2006 foi destaque para número de grãos por planta de trigo (Tabela 6), enquanto o ano de 2005 se destacou para massa de grãos por planta de trigo, em comparação com a maioria dos anos estudados (Tabela 7). É provável que isto tenha ocorrido em razão do trigo ter sido cultivado com intervalo de dois invernos de rotação; resultados semelhantes foram obtidos por Santos et al. (2011a), com trigo cultivado após pastagens anuais de inverno e após cereais de duplo propósito (aveia branca, trigo e triticale). O número médio de espiguetas por planta, o número de grãos por planta e a massa de grãos por planta de trigo, foram de 15, 31 e 1,12 g, respectivamente.

Conclusões

A cultura de trigo cultivada após pastagens perenes de estação quente (sistema IV) tem mostrado rendimento de grãos maior que após erva-lhaca (sistema I).

O trigo cultivado após pastagem de aveia preta + erva-lhaca/milho (sistema II), após pastagens perenes de estação fria/milho (sistema III) e após alfafa/milho (sistema V), se situou numa posição intermediária para rendimento de grãos.

Não houve diferença na massa do hectolitro, na massa de 1.000 grãos, no número de espigueta por planta, no número de grãos por planta nem na massa de grãos por planta entre os trigos cultivados para os sistemas de produção com integração lavoura-pecuária.

Literatura Citada

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://dx.doi.org.ez103.periodicos.capes.gov.br/10.1590/S0100-204X201100100001>>.

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://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009005000106>>.

Boddey, R. M.; Jantália, C. A.; Conceição, P. C.; Zanatta, J. A.; Bayer, C.; Mielniczuck, J.; Dieckow, J.; Santos, H. P. dos; Denardin, J. E.; Aita, C.; Giacomini, S. J.; Alves, B. J. R.; Urquiaga, S. Carbon accumulation at depth in Ferralsols under zero-till subtropical agriculture. *Global Change Biology*, v.16, n.2, p.784-795, 2010. <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2486.2009.02020>>.

Calegari, A.; Hargrove, W. L.; Rheinheimer, D. S.; Ralisch, R.; Tessier, D.; Tourdonnet, S.; Guimarães, M. F. Impact of long-term no-tillage and cropping system management. *Agronomy Journal*, v.100, n.4, p.1.013-1.019, 2008. <<http://dx.doi.org/10.2134/agroj2007.0121>>.

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://dx.doi.org/10.1590/S0100-0683201000020000>>.

Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale. *Informações Técnicas para trigo e triticale - Safra 2011*. Cascavel: COODETEC, 2010. 170p.

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://dx.doi.org.ez103.periodicos.capes.gov.br/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, n.6, p.2385-2396, 2008. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000600017>>.

Fontaneli, R. S.; Santos, H. P. dos. Rendimento de grãos de trigo em sistemas de produção envolvendo pastagens anuais e perenes, sob plantio direto. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.9, n.4, p.353-356, 2003. <<http://www.ufpel.tche.br/faem/agrociencia/v9n4/artigo07.htm>>. 05 Jan. 2013.

Fontaneli, R. S.; Santos, H. P. dos; Reis, E. M.; Ambrosi, I. Efeito da rotação de culturas com pastagens anuais de inverno no rendimento de grãos de trigo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.33, n.10, p.1581-1586, 1998. <<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/4999>>.

Fontaneli, R. S.; Santos, H. P. dos; Spera, S. T.; Vargas, L. Efeito de sistemas de produção com integração lavoura-pecuária (SPILP), no rendimento de grãos de trigo, sob plantio direto. In: Embrapa Trigo (Ed.). *Trigo: resultados de pesquisa - safra 2009. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2010. p.57-69. (Documentos, 96)*.

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://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009001300015>>.

Santos, H. P. dos; Fontaneli, R. S.; Caierão, E.; Spera, S. T.; Vargas, L. Desempenho agronômico de trigo cultivado para grãos e duplo propósito em sistemas de integração lavoura-pecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.46, n.10, p.1206-1213, out. 2011a. <<http://dx.doi.org.ez103.periodicos.capes.gov.br/10.1590/S0100-204X2011001000013>>.

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://dx.doi.org/10.5039/agraria.v6i3a1266>>.

Santos, H. P. dos; Fontaneli, R. S.; Spera, S. T.; Tomm, G. O. Efeito de sistemas de produção integração lavoura-pecuária (ILP) sobre a fertilidade do solo. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v.31, n.4, p.719-727, 2009. <<http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v31i4.925>>.

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://sbcs.solos.ufv.br/solos/revistas/v25n3a13.pdf>>. 05 Jan. 2013.

Santos, H. P. dos; Fontaneli, R. S.; Tomm, G. O.; Denardin, J. E. Atributos físicos e químicos de solo em sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens anuais sob plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, v.12, n.1-2, p.73-81, 2006. <http://www.fepagro.rs.gov.br/upload/20120223164716vol_12_n_1_e_2_art_10.pdf>. 05 Jan. 2013.

SAS Institute. SAS system for microsoft windows version 9.2. Cary: SAS, 2008. CD Rom.

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://dx.doi.org.ez103.periodicos.capes.gov.br/10.1590/S0100-204X2011001000022>>.

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://dx.doi.org/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. 222 p.

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. <<http://dx.doi.org/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.; Aidar, H. (Eds.). Integração lavoura-pecuária. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.145-170.