

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

Henrique Pereira dos Santos¹

Renato Serena Fontaneli²

Anderson Santi³

Taynara Possebom⁴

Bernardo Pinheiro Busatta⁵

Introdução

No norte do Rio Grande do Sul, onde está situada parte do bioma Mata Atlântica, destacam-se lavouras de milho, soja, trigo e pastagens anuais de inverno e de verão, em quatro milhões de hectares somente de soja. Por outro lado, sistemas de produção com integração lavoura-pecuária impõem desafios para se equacionar inúmeras questões relativas à oferta adequada de forragem aos animais, otimizando o uso de áreas agrícolas, tanto para semeadura de pastagens no inverno como no verão (BALBINOT JUNIOR et al., 2009). O esforço na geração de novas técnicas destinadas ao aperfeiçoamento de sistemas de produção com integração lavoura-pecuária vem, desde as primeiras décadas do século 20, passando pelo desenvolvimento de genótipos diversos de aveia, azevém, centeio e leguminosas de inverno (FONTANELI et al., 2009). Por outro lado, sistemas de produção com integração lavoura-pecuária mantêm na superfície do solo, após a colheita, resíduos que podem afetar a germinação e o desenvolvimento inicial de culturas de verão em sucessão, tais como a soja (SANTOS et al., 2013).

¹ Engenheiro-agrônomo, Dr. em Agronomia/Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS. Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq.

² Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Agronomia, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS. Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq.

³ Engenheiro-agrônomo, M.Sc. em Agronomia, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

⁴ Acadêmica de Agronomia da Universidade de Passo Fundo-UPF, Passo Fundo, RS. Bolsista PIBIC-CNPq, estagiária da Embrapa Trigo.

⁵ Acadêmico de Agronomia da Universidade de Passo Fundo-UPF, Passo Fundo, RS. Bolsista PIBIC-CNPq, estagiário da Embrapa Trigo.

Objetivo

Avaliar o efeito de diferentes sistemas de produção, sob sistema plantio direto, no rendimento de grãos e em algumas características agrônômicas da soja.

Método

O experimento vem sendo conduzido no campo experimental da Embrapa Trigo, no município de Coxilha, RS, desde 1995, em Latossolo Vermelho Distrófico típico (STRECK et al., 2008), de textura argilosa e relevo suave ondulado.

Nas safras de 2005/2006 a 2016/2017, os tratamentos foram constituídos por seis sistemas de produção com integração lavoura pecuária: Sistema I: trigo/soja e ervilhaca/milho; Sistema II: trigo/soja e pastagem de aveia preta/milho; Sistema III: trigo/soja e pastagem de aveia preta/soja; Sistema IV: trigo/soja e ervilha/milho; Sistema V: trigo/soja, triticale de duplo propósito/soja e ervilhaca/soja; e Sistema VI: trigo/soja, aveia branca de duplo propósito/soja e trigo duplo propósito/soja. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. A área da unidade experimental foi de 10 m por 20 m (200 m²).

Quando não havia animais disponíveis para pastejo, a aveia branca de duplo propósito, a aveia preta, o trigo duplo propósito e o triticale de duplo propósito foram cortados, quando as gramíneas atingiram altura de, aproximadamente, 30 cm, deixando-se resteva de altura de 7 cm a 10 cm, uma ou duas vezes por ano. As plantas cortadas foram coletadas e retiradas da área das parcelas, para avaliação de matéria verde e seca.

A adubação de manutenção foi realizada de acordo com a indicação para cada cultura (MANUAL..., 2016) e baseada em resultados de análise de solo. As amostras de solo foram coletadas anualmente, após a colheita das culturas de verão.

A época de semeadura, o controle de plantas daninhas e os tratamentos fitossanitários obedeceram às indicações técnicas para cada cultura. A colheita de soja foi efetuada com colhedora automotriz especial para parcelas experimentais. Foram efetuadas as seguintes avaliações: rendimento de grãos (com umidade corrigida para 13%), massa de mil grãos, componentes do rendimento (número de legumes, número de grãos e massa de grãos por planta), estatura de plantas e altura de inserção do primeiro legume de soja. Os componentes do rendimento foram quantificados a partir da coleta, ao acaso por parcela, de 20 plantas de soja. As cultivares de soja usadas foram: BRS 244RR (2005); BRS Charrua RR (2006); BRS 255RR (2007 e 2008); BRS Tertúlia RR (2009); BMX Apollo RR (2010 e 2011); BMX Turbo RR (2012); BMX Turbo RR (2013); e BMX Ativa RR (2014 a 2016), todas de ciclo médio.

Foi efetuada a análise de variância individual e conjunta para rendimento de grãos, massa de mil grãos, componentes do rendimento (número de legumes, número de grãos e massa de grãos por planta), estatura de plantas e altura de inserção do primeiro legume de soja. Considerou-se o efeito do tratamento como fixo, e o efeito do ano, como aleatório. Os parâmetros, quando necessários, foram comparados pelo teste de Tukey ($P > 0,05$), utilizando-se o pacote estatístico SAS versão 9.2 (SAS, 2008).

Resultados

Houve diferença entre as médias de rendimento de grãos, de massa de mil grãos, de componentes do rendimento (número de legumes, número de grãos por planta e massa de grãos por planta), de estatura de plantas e de altura de inserção do primeiro legume soja nos sistemas de produção com integração lavoura-pecuária, no período de 2005/2006 a 2016/2017, dentro do fator ano ($P > 0,01$), indicando que essas características foram afetadas pelas variações climáticas ocorridas, ou seja, esses parâmetros variaram entre os anos estudados (tabelas 1 e 2).

Na análise conjunta dos resultados, houve diferenças entre as médias de rendimento de grãos, número de legumes, número de grãos e massa de grãos de soja dos sistemas de produção com integração lavoura-pecuária estudados (Tabela 1). A soja cultivada após trigo, nos sistemas I e IV, mostrou maior rendimento de grãos do que a soja cultivada após trigo, nos sistemas III e V e após triticale de duplo propósito, no sistema V. A soja cultivada após trigo, nos sistemas II e VI, após pastagem de aveia preta, sistema III, após aveia branca de duplo propósito e após trigo de duplo propósito, no sistema VI, situou-se numa posição intermediária para rendimento de grãos. Nesse mesmo período de estudo, a soja cultivada após ervilhaca, no sistema V, foi superior para número de legumes, número de grãos e massa de grãos por planta, em relação à soja cultivada em todos os demais sistemas de produção com integração lavoura-pecuária.

Na análise conjunta, não houve diferenças entre as médias para massa de mil grãos, estatura de plantas e altura de inserção do primeiro legume de soja, nos sistemas de produção com integração lavoura-pecuária estudados (Tabela 2).

Na análise anual, constataram-se diferenças entre o rendimento de grãos de soja em três dos doze anos estudados (Tabela 1). Em 2006/2007, a soja cultivada após ervilhaca, no sistema V, apresentou maior rendimento de grãos do que a soja cultivada após trigo, nos sistemas III e VI, após pastagem de aveia preta, no sistema III, após triticale de duplo propósito, após aveia branca de duplo propósito e após trigo de duplo propósito, no sistema VI. Em 2007/2008, a soja cultivada após trigo, nos sistemas I e IV, destacou-se para rendimento de grãos em comparação à soja cultivada após trigo, nos sistemas III, V e VI, após aveia preta para pastagem, no sistema III, após triticale de duplo propósito e ervilhaca, no sistema V e após aveia branca de duplo propósito, no sistema VI. Em 2016/2017, a soja cultivada após ervilhaca salientou-se para rendimento de grãos, em comparação à soja cultivada após trigo, no sistema V.

Na análise anual, somente em um ano do período estudado houve diferença para o número de legumes e número de grãos por planta de soja (Tabela 1). A soja cultivada após ervilhaca, no sistema V, apresentou número de legumes por planta mais elevado do que a soja cultivada após trigo, nos sistemas I e V, após triticale de duplo propósito, no sistema V, e após trigo de duplo propósito, no sistema VI. A soja cultivada após ervilhaca, no sistema V, e após trigo, no sistema VI, mostrou maior número de grãos por planta, em relação à soja cultivada após trigo, nos sistemas I e V, após triticale de duplo propósito, no sistema V, e após trigo de duplo propósito, no sistema VI.

Ainda na análise anual, em dois anos houve diferenças para a massa de grãos por planta de soja (Tabela 1). Em 2013/2014 e em 2016/2017, a soja cultivada após ervilhaca, no sistema V, destacou-se para massa de grãos por planta, superando todos os demais tratamentos.

Na comparação conjunta das médias (de 2005/2006 a 2016/2017), não houve diferenças para massa de mil grãos, estatura de plantas e altura de inserção do primeiro legume entre os diferentes sistemas de produção (Tabela 2). Porém, somente em um ano desse período estudado (2007/2008), houve diferença para massa de mil grãos, estatura de plantas e altura de inserção do primeiro legume de soja.

Em 2007/2008, a soja cultivada após aveia preta para pastagem, no sistema III, e após trigo, no sistema V, mostrou maior massa de mil grãos de soja do que a soja cultivada após trigo, nos sistemas II, III e VI. Em 2008/2009, a soja cultivada após trigo, no sistema VI, apresentou estatura de planta de soja mais elevada, em comparação à soja cultivada após trigo, nos sistemas I, II, III, IV e V, após ervilhaca, no sistema V, e após aveia branca, no sistema VI. Em 2007/2008, a soja cultivada após aveia branca de duplo propósito foi superior para altura de inserção do primeiro legume, em relação à soja cultivada após trigo, nos sistemas I, II e IV, e após triticale de duplo propósito, no sistema V.

O rendimento médio de grãos de soja, no período, foi de 2.732 kg ha⁻¹ (Tabela 1). O maior rendimento de grãos de soja, na média dos sistemas de produção, ocorreu na safra 2016/2017 (3.770 kg ha⁻¹), enquanto que o menor manifestou-se na safra 2007/2008 (1.686 kg ha⁻¹).

Considerações finais

Há diferenças entre os sistemas de produção com integração lavoura-pecuária para rendimento de grãos, número de legumes por planta, número de grãos por planta, massa de grãos por planta e massa de mil grãos de soja.

A soja cultivada após trigo, nos sistemas I (ervilhaca/milho) e IV (ervilha/milho), no ano anterior, com somente lavoura, destaca-se para rendimento de grãos. A soja cultivada após ervilhaca salientou-se para número de legumes, número de grãos e massa de grãos por planta.

O rendimento de grãos de soja é maior após pastagem de aveia preta do que após trigo.

Não há diferença de rendimento de grãos de soja cultivada após trigo, aveia branca ou triticales manejados com duplo propósito.

Não há diferença entre os sistemas de produção lavoura-pecuária para massa de mil grãos, estatura de plantas e altura de inserção do primeiro legume de soja.

Referências

BALBINOT JR., A. A.; MORAES, A.; VEIGA, M.; PELISSARI, A.; DICKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 6, p. 1.925-1.933, 2009.

FONTANELI, Ren.S.; FONTANELI, Rob.S.; SANTOS, H. P. dos; NASCIMENTO JUNIOR, A.; MINELLA, E.; CAIERÃO, E. Rendimento e valor nutritivo de cereais de inverno de duplo propósito: forragem verde e silagem ou grãos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 11, p. 2116-2120, 2009.

MANUAL de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 11. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Sul, Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC, 2016. 376 p.

SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; SPERA, S. T.; MALDANER, G. L. Rendimento de grãos de soja em diferentes sistemas de produção com integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 8, n. 1, p. 49-56, 2013.

SAS Institute. SAS system for Microsoft Windows version 9.2. Cary, 2008.

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.

Tabela 1. Continuação.

Ano	Sistema de produção												Média	C.V.	F
	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV	Sistema V	Sistema VI									
	S/T	S/T	S/T	S/T	S/T	S/T	S/T	S/T	S/T	S/AbDP	S/TDp	S/T	S/AbDP	S/TDp	
Grão por planta de soja (n°)															
2005	63	53	63	70	70	63	54	82	57	64	54	63eg	24	1,2ns	
2006	63	70	60	51	75	73	51	83	71	68	57	66ef	29	1,1ns	
2007	42	39	40	38	47	45	34	61	46	43	40	43h	33	0,9ns	
2008	39B	57AB	52AB	60AB	61AB	40B	42B	74A	69A	61AB	43b	55g	26	2,6**	
2009	91	103	93	88	92	72	84	108	77	84	109	90c	22	1,3ns	
2010	147	104	141	162	140	165	138	196	143	165	175	156a	24	1,0ns	
2011	92	84	77	98	85	83	91	98	90	83	97	89c	13	2,1ns	
2012	62	61	61	61	63	57	54	56	61	55	67	60fg	16	0,5ns	
2013	72	65	61	70	68	76	67	84	64	71	72	72de	20	1,2ns	
2014	88	78	70	64	63	64	61	65	66	66	64	68df	20	1,2ns	
2015	132	107	90	116	109	182	120	142	103	115	118	122b	42	0,9ns	
2016	75	76	80	67	70	68	70	81	80	77	78	75d	8	3,1ns	
Média	81B	78B	74B	79B	79B	82B	72B	96A	76B	80B	81B	80	-	3,5**	
Massa de grão por planta de soja (g)															
2005	9	8	9	10	10	9	8	12	8	9	8	9fg	25	1,9ns	
2006	10	10	9	7	12	10	8	12	10	11	9	10ef	26	1,2ns	
2007	7	6	6	7	8	8	6	10	7	7	7	7g	31	1,4ns	
2008	8	10	9	10	10	7	7	13	12	10	7	10f	26	4,4ns	
2009	16	16	15	14	15	12	14	17	13	15	18	15c	22	1,0ns	
2010	22	21	22	25	21	27	22	31	23	25	27	24a	23	1,3ns	
2011	17	16	15	17	15	15	16	17	16	15	18	16c	12	2,0ns	
2012	12	12	13	12	12	11	11	11	12	11	13	12de	16	0,6ns	
2013	12B	11B	10B	11B	12B	13B	11B	18A	11B	12B	12B	12D	20	3,2**	
2014	13	11	10	9	10	10	9	9	9	9	8	10f	21	1,5ns	
2015	22	18	14	20	19	18	21	23	16	19	21	19b	23	1,2ns	
2016	10AB	10AB	10AB	9B	10AB	9C	10AB	11A	10AC	10AB	10AB	10df	8	4,0**	
Média	13B	12B	12B	13B	13B	12B	12B	15A	12B	13B	13B	13	-	5,2**	

Ap: aveia preta; AbDP: aveia branca de duplo propósito; E: ervilhaca; S: soja; T: trigo; TDp: trigo de duplo propósito; TIDp: triticale de duplo propósito. Sistema I: trigo/soja e ervilhaca/milho; Sistema II: trigo/soja e pastagem de aveia preta/milho; Sistema III: trigo/soja e pastagem de aveia preta/soja; Sistema IV: trigo/soja e ervilha/milho; Sistema V: trigo/soja, triticale de duplo propósito/soja e ervilhaca/soja; e Sistema VI: trigo/soja, aveia branca de duplo propósito/soja e trigo de duplo propósito/soja. Médias seguidas da mesma letra minúscula, na vertical, e maiúscula, na horizontal, não diferem, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. * 5% de probabilidade; ** 1% de probabilidade; e ns: não significativo.

Tabela 2. Massa de mil grãos de soja, estatura de plantas e altura de inserção do primeiro legume de soja em sistemas de produção com integração lavoura-pecuária, de 2005/2006 a 2016/2017. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2017.

Ano	Sistema de produção												Média	C.V.	F	
	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV	Sistema V		Sistema VI		S/T	S/AbDP	S/IDp	S/IDp				
	S/T	S/T	S/Ap	S/T	S/T	S/TIDp	S/E	S/T	S/T	S/AbDP	S/IDp	S/IDp				
Massa de mil grãos de soja (g)																
2005	137	144	141	145	145	144	147	143	144	144	141	141	144h	4	1,3ns	
2006	154	152	148	160	144	158	145	150	158	160	158	158	153g	7	1,0ns	
2007	184AB	165BC	160C	177AC	186A	178AC	172AC	160C	177AC	170AC	177AC	177AC	174cd	7	2,4*	
2008	177	170	175	172	178	178	167	178	178	175	175	175	175c	5	0,7ns	
2009	173	157	164	167	167	170	161	167	170	173	162	162	166ef	5	1,7ns	
2010	149	146	154	151	162	160	158	159	160	155	156	156	155g	4	2,5ns	
2011	184	187	194	180	176	178	176	180	178	177	181	181	181b	6	0,9ns	
2012	198	197	211	194	199	205	198	193	205	200	196	196	199a	5	1,9ns	
2013	170	168	164	177	167	170	181	169	170	167	167	167	170de	5	1,5ns	
2014	146	146	144	152	152	142	133	141	142	133	130	130	142h	7	1,9ns	
2015	163	168	161	175	135	172	163	159	172	160	177	177	165f	13	1,2ns	
2016	136	133	132	140	135	141	143	135	141	130	137	137	136i	5	1,1ns	
Média	164	161	162	166	161	166	164	161	166	162	163	163	163	-	1,1ns	
Estatura de plantas de soja (cm)																
2005	88	86	81	85	82	83	84	89	83	83	87	87	85d	7	0,7ns	
2006	106	97	97	97	91	99	99	94	99	104	94	94	97bc	8	1,5ns	
2007	83	88	92	86	100	95	129	95	95	99	96	96	97c	18	2,1ns	
2008	95CD	101BC	100BD	101BC	99BD	103AC	90D	113A	99BD	101BC	105AC	105AC	102b	7	3,1*	
2009	100	99	102	100	99	99	99	99	99	102	107	107	99bc	6	0,3ns	
2010	100	101	106	104	107	110	107	104	110	105	107	107	106a	10	1,0ns	
2011	52	50	51	49	52	49	49	51	49	49	59	59	51h	9	1,5ns	
2012	66	65	69	69	63	64	64	58	64	64	70	70	66g	12	1,1ns	
2013	78	71	70	74	77	75	83	71	75	71	78	78	75e	12	0,8ns	
2014	76	76	72	80	77	75	78	76	75	72	72	72	76e	7	1,0ns	
2015	63	63	59	65	62	62	65	63	62	67	69	69	64g	8	1,3ns	
2016	70	71	74	71	73	70	69	69	70	67	70	70	70f	5	1,6ns	
Média	81	81	81	82	82	82	85	82	82	82	83	83	82	-	0,8ns	

continua...

Tabela 2. Continuação.

Ano	Sistema de produção												Média	C.V.	F	
	Sistema I S/T	Sistema II S/T	Sistema III S/T	Sistema IV S/T	Sistema V S/T	Sistema VI S/AbDP	Sistema VII S/T	Sistema VIII S/T	Sistema IX S/T	Sistema X S/T	Sistema XI S/T	Sistema XII S/T				
Altura de inserção do primeiro legume de soja (cm)																
2005	30	30	26	31	27	26	25	28	27	29	28b	11	1,6ns			
2006	23	24	26	27	20	25	25	23	23	23	23c	15	1,3ns			
2007	29BD	26D	31AD	34AB	28BC	31AD	30BD	32AD	37A	33AC	32a	12	2,8*			
2008	29	35	31	32	30	33	32	31	29	33	31a	16	0,5ns			
2009	21	21	22	22	19	22	22	21	25	23	21d	14	0,8ns			
2010	21	24	24	23	22	24	26	25	24	23	24c	13	0,7ns			
2011	14	15	15	14	15	15	13	14	14	14	14g	10	1,9ns			
2012	19	19	19	17	20	17	19	20	19	19	19e	14	0,7ns			
2013	18	19	21	21	19	19	20	20	19	21	20e	14	0,5ns			
2014	15	15	15	16	16	14	15	16	15	14	15fg	8	0,7ns			
2015	10	11	10	11	12	10	9	10	11	10	10h	14	1,3ns			
2016	16	15	17	16	16	18	16	17	17	16	16f	11	0,5ns			
Média	20	21	21	22	20	21	21	21	22	22	21	-	1,6ns			

Ap: aveia preta; AbDP: aveia branca de duplo propósito; E: ervilhaca; S: soja; T: trigo; TDp: triticale de duplo propósito; TIDp: triticale de duplo propósito.

Sistema I: trigo/soja e ervilhaca/milho; Sistema II: trigo/soja e pastagem de aveia preta/milho; Sistema III: trigo/soja e pastagem de aveia preta/soja; Sistema IV: trigo/soja e ervilha/milho; Sistema V: trigo/soja, triticale de duplo propósito/soja e ervilhaca/soja; e Sistema VI: trigo/soja, aveia branca de duplo propósito/soja e trigo de duplo propósito/soja.

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na vertical, e maiúscula, na horizontal, não diferem, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. *: 5% de probabilidade; ns: não significativo.