

Rendimento de grãos de soja em sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno e perenes, sob plantio direto

Henrique Pereira dos Santos¹, Renato Serena Fontaneli² e Silvio Tulio Spera³

Resumo - A integração lavoura-pecuária tem mostrado que é técnica e economicamente viável. Para tal, devem ser identificados sistemas de produção de média e longa duração, integrando a produção de grãos com as pastagens perenes. O objetivo do presente estudo foi avaliar o desempenho agrônomico de soja em sistemas de produção constituídos por culturas produtoras de grãos e de pastagens, sob plantio direto, durante cinco anos. Cinco sistemas de produção foram avaliados: 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 de estação fria (festuca + trevo branco + trevo vermelho + cornichão)]; sistema IV [pastagens perenes de estação quente (pensacola + aveia preta + azevém + trevo branco + trevo vermelho + cornichão)]; e sistema V (alfafa para feno). A partir do verão de 1996, nas parcelas dos sistemas III, IV e V, foram semeadas culturas produtoras de grãos semelhantes às do sistema I. Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso com quatro repetições. Na média conjunta dos anos, o menor rendimento de grãos de soja foi obtido no sistema III, independentemente da cultura anterior (aveia branca e/ou trigo). Nos demais sistemas de produção de integração lavoura-pecuária, o rendimento de grãos de soja foi semelhante. Para as demais características agrônomicas de soja, não houve diferença entre os sistemas estudados.

Palavras-chave: sucessão de culturas, rotação de culturas, integração lavoura-pecuária.

Soybean yield in grain production systems with annual winter pasture and perennial pasture under no-tillage

Abstract - It has been shown that ley farming is technically and economical viable. For such end, medium - and long - term production systems integrating grain production with perennial should be indentified. The objective of this five-year study was to assess the soybean performance after pastures. Five production systems were evaluated: system I (wheat/soybean, white oat/soybean, and common vetch/corn); system II (wheat/soybean, white oat/soybean, and oat + grazed common vetch pasture/corn); system III [perennial cool season pastures (fescue + white clover + red clover + birdsfoot trefoil)]; and system IV [perennial warm season pastures (bahiagrass + black oat + ryegrass + white clover + red clover + birdsfoot trefoil)]; and system V (alfalfa as hay crop). The plot under systems III, IV, and V returned to system I after the summer of 1996. The treatments were allocated in a complete randomized block design, with four replications. In the overall year mean the lowest soybean grain yield was obtained in system III, independently of the previous crop (white oat and/or wheat). Soybean grain yield was similar in the remaining ley forming proction systems. No difference was found among the systems under for the remaining agronomic traits of soybean.

Key words: crop succession, crop rotation, ley farming

¹ Bolsista CNPq-PQ, Eng. Agr., Dr., Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, CEP 99001-970 Passo Fundo RS, hpsantos@cnpt.embrapa.br

² Bolsista CNPq-PQ, Eng. Agr., Ph.D., Embrapa Trigo, renatof@cnpt.embrapa.br

³ Eng. Agr., M.Sc., Embrapa Trigo, spera@cnpt.embrapa.br

Recebido para publicação em 10/10/2003

Introdução

No Brasil, existem relativamente poucos trabalhos sobre experimentos de longa duração em rotação de culturas ou em sistemas de produção de grãos. Além disso, a maioria dos trabalhos publicados são incompletos, ou seja, não levam em conta o efeito do ano agrícola, no qual todas as espécies contempladas nos sistemas devem estar obrigatoriamente presentes, tanto no inverno como no verão (SANTOS e REIS, 2001).

Consideram-se experimentos de longa duração, os de rotação de culturas ou os de sistemas de produção de grãos. Por sua vez, os sistemas de produção de grãos podem ser integrados à pecuária. Esse tipo de trabalho tem sido denominado, por alguns autores, de sistemas de produção mistos (FONTANELI et al., 2000b; AMBROSI et al., 2001; SANTOS et al., 2001).

Ademais, a integração lavoura-pecuária não constitui tecnologia nova, sendo praticada há longos anos e em muitos países (MACEDO, 2001). Nos trabalhos sobre o assunto, podem estar envolvidas tanto pastagens anuais como pastagens perenes de inverno ou perenes de verão com culturas produtoras de grãos (FONTANELI et al., 2000a; SANTOS et al., 2001). Dessa forma, espera-se que os sistemas de produção mistos melhorem as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo e diminuam a ocorrência de pragas, de doenças e de plantas daninhas (FONTANELI et al., 2000b; SANTOS et al., 2001; SPERA et al., 2002).

Os sistemas de produção que combinam pastagens perenes de gramíneas e leguminosas, além de culturas anuais, podem ser mais eficazes na manutenção da fertilidade de solo (PALADINI e MIELNICZUK, 1991; ANDREOLA et al., 2000). Nessas situações, as pastagens perenes permanecem ativas por período mais prolongado no solo - as gramíneas desenvolvem sistema radicular extenso e em constante renovação - e os resíduos das leguminosas contribuem com nitrogênio e aumentam a taxa de decomposição, pela baixa relação C/N (CARPENEDO e MIELNICZUK, 1990). Essa reciclagem e a incorporação de nutrientes poderão aumentar o rendimento de grãos das culturas subseqüentes.

Nos trabalhos com sistemas de produção mistos, na Austrália e no Uruguai, têm sido relatados aumentos no rendimento de grãos (MACEDO,

2001), especialmente para culturas de inverno, como, por exemplo, trigo. Para a cultura de soja, muito pouca informação está disponível.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o rendimento de grãos de soja cultivada após pastagens anuais de inverno e perenes de estação fria e de estação quente, sob plantio direto.

Material e métodos

O ensaio foi conduzido no campo experimental da Embrapa Trigo, município de Passo Fundo, RS, desde 1993, em Latossolo Vermelho Distrófico típico (STRECK et al., 2002), de textura argilosa e relevo suavemente ondulado.

Cinco sistemas de produção foram avaliados: sistema I (sistema de produção de grãos - trigo/soja ervilhaca/milho, aveia branca/soja); sistema II (sistema de produção de grãos com pastagem anual de inverno - trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho, 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 para feno) (Tabela 1). A partir do verão de 1996, nas áreas sob os sistemas III, IV e V, foram semeadas culturas produtoras de grãos semelhantes às do sistema I.

As culturas, tanto de inverno como de verão, foram estabelecidas sob plantio direto. No presente trabalho, é apresentado o rendimento de grãos de soja no período de 1996/97 a 2001/02.

As cultivares de soja usadas foram BR-16, em 1996/97 e 1997/98, BRS 137, em 1999/00 e 2000/01, e BRS 154, em 2001/02, semeadas numa única época. A adubação de manutenção foi realizada de acordo com indicação para a cultura de soja e baseada nos resultados da análise de solo (CFSRS/SC, 1995). As amostras de solo foram coletadas a cada três anos, após colheita das culturas de verão quente.

A época de semeadura e o controle de plantas daninhas obedeceram à indicação para a cultura de soja. A colheita da cultura de soja foi efetuada com colhedora automotriz especial para parcelas experimentais. A área da parcela foi de 45 m² (20 m de comprimento por 2,25 m de largura), enquanto a área útil foi de 27 m².

Esse trabalho abordará o rendimento de grãos e algumas características agrônômicas de soja, bem como análise de rotina da fertilidade do solo, em 1998. Para as características agrônômicas de soja, fizeram-se as seguintes determinações: rendimento de grãos (com umidade corrigida para 13%), população final, altura de inserção dos primeiros legumes, estatura de plantas, peso de 1.000 grãos e componentes do rendimento (número de legumes, número de grãos e peso de grãos por planta). Para avaliar a fertilidade do solo, em 1998, foram coletadas amostras de solo compostas de duas subamostras por parcela, em cada uma das seguintes profundidades: 0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm e 15-20 cm. Foram realizadas as análises de pH em água, de P extraível, de K trocável, de matéria orgânica, de Al trocável e de Ca e de Mg trocáveis.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Foi efetuada a análise de variância dentro de cada ano, segundo o delineamento utilizado, e, para o conjunto de ano foi realizada análise conjunta usando-se as médias de sistemas obtidos nos diferentes anos. Na análise conjunta, o efeito de sistema foi considerado fixo e o de ano, aleatório. As médias foram comparadas entre si, pela aplicação do teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

No período de 1996/97 a 2001/02, houve diferenças significativas entre as médias de população final, altura de inserção dos primeiros legumes, estatura de plantas, rendimento de grãos, peso de 1.000 grãos e componentes do rendimento (número de legumes, número de grãos e peso de grãos por planta) de soja para o efeito do ano ($F > 0,01$), indicando que essas características foram afetadas por variações climáticas ocorridas entre os anos (Tabela 2). Isso comprova os dados anteriormente obtidos por SANTOS e REIS (1990) e por SANTOS et al. (1997, 1998) para essas variáveis, com sistemas de rotação de culturas envolvendo somente espécies produtoras de grãos, de inverno e de verão, inclusive a cultura de soja.

O resultado da análise anual e conjunta do rendimento de grãos de soja, população final, número de legumes/plantas de soja, número de grãos/planta de soja, peso de grãos/plantas de

soja, peso de 1.000 grãos de soja, altura de inserção dos primeiros legumes de soja e estatura de plantas de soja, de 1996/97 a 2001/02, podem ser observados nas Tabelas de 3 a 10. Na safra de 1998/99, a lavoura de soja não foi colhida em virtude de seca.

O tipo de cultura antecessora, neste período de estudo, diferiu ($F > 0,05$) somente para rendimento de grãos de soja (Tabela 2). Os resíduos remanescentes tem desempenhado importante papel no sistema plantio direto, como por exemplo no controle da erosão, na conservação da fertilidade e na umidade do solo. No caso do referido estudo, houve acúmulo de matéria orgânica, de P extraível e de K trocável, principalmente na camada superficial do solo de 0-5 cm, em relação ao preparo convencional de solo para a mesma profundidade anteriormente à instalação do experimento (SANTOS et al., 2001). Resultados semelhantes para rendimento de grãos de soja foram obtidos por SANTOS e REIS (1991) e por SANTOS et al. (1997; 1998), envolvendo somente espécies produtoras de grãos.

Na análise anual dos dados, houve diferença no rendimento de grãos de soja somente na safra de 2000/01. O rendimento de grãos de soja foi superior no sistema IV, após trigo, porém semelhante ao rendimento de grãos após trigo, nos sistemas V e I, e após aveia branca, nos sistemas IV, V e I. Até essa safra agrícola, não havia diferença significativa, na média conjunta dos anos, para rendimento de grãos de soja. Deve ser levado em conta que houve pequenas diferenças entre as médias individuais, quanto ao rendimento de grãos, de alguns tratamentos. Em razão da consistência dos dados, essa diferença só foi verdadeira, na análise conjunta dos dados de 1996/97 a 2001/02, em relação a esse parâmetro.

Na análise conjunta dos resultados, o rendimento de grãos de soja foi mais elevado quando cultivada após aveia branca e trigo, nos sistemas V e IV, e após aveia branca, no sistema I, porém semelhante ao rendimento de grãos obtido após trigo, nos sistemas I e II, e após aveia branca, no sistema II. Nesse caso, houve uma tendência para a cultura de soja render mais após as leguminosas perenes de estação e de após a alfafa. SANTOS e REIS (1991) e SANTOS et al. (1997; 1998) obtiveram diferença para o rendimento de grãos de soja, envolvendo somente espécies produtoras de

grãos, no inverno e no verão, nas quais, a soja após aveia branca, cevada e trigo produziu mais do que após colza e após linho e em monocultura dessa oleaginosa.

Número de plantas/m², número de legumes, número de grãos, peso de grãos por planta, peso de 1.000 grãos, altura de inserção dos primeiros legumes e estatura de plantas de soja não foram afetados pelo tipo de cultura antecessora (Tabela 2). Pelo observado, essas características não foram significativamente influenciadas pelo tipo de resíduo cultural remanescente de inverno na cultura de soja ou, quando isso ocorreu, mostraram-se insuficientes para alterar o rendimento de grãos. Resultados semelhantes foram obtidos por SANTOS e PEREIRA (1987) e por SANTOS e REIS (1990), trabalhando com somente sistemas de produção de grãos.

Era de se esperar que os sistemas de produção mistos, sob plantio direto, acumulassem na superfície do solo, após as pastagens perenes de inverno e de verão, matéria orgânica e nutrientes (PALADINI e MIELNICZUK, 1991; ANDREOLA et al., 2000). Quando essas pastagens perenes de inverno e de verão foram transformadas em lavouras, no caso do presente trabalho, o rendimento de grãos de soja foi mais elevado em sistemas nos quais foram usadas alfafa e pastagem perene de estação quente do que quando se usou pastagem perene de estação fria. Dessa maneira, a integração lavoura e pecuária por meio de sistemas de produção de grãos e pastagens constitui uma alternativa para a recuperação de solo e de pastagem, além de proporcionar maior diversidade de produção e, por conseguinte, oferecer oportunidade de obtenção de reforço econômico ao longo do tempo (MACEDO, 2001)

Deve ser levado 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, resultados de rendimento de grãos de soja, nos sistemas IV e V, concordam, em parte, com dados freqüentemente encontrados na literatura (CAPENEDO e MIELNICZUK, 1990; RHEINHEIMER et al., 1998; SANTOS et al., 2001; 2003), versando so-

bre melhoria das condições edáficas dos solos após pastagens perenes, pelo acúmulo de nutrientes na superfície do solo e, principalmente, de matéria orgânica. Em valor absoluto, a cultura de soja, nos sistemas IV e V, rendeu mais do que os demais sistemas estudados. Na condução deste estudo, em 1998 (Figura 1), foram encontrados níveis de matéria orgânica (sistema I: 30 g kg⁻¹; sistema II: 28 g kg⁻¹; sistema III: 33 g kg⁻¹; sistema IV: 37 g kg⁻¹; e sistema V: 32 g kg⁻¹) mais elevados apenas na camada superficial do solo (SANTOS et al., 2001), decorrentes do acúmulo de resíduos vegetais sobre a superfície sob plantio direto e da ausência de incorporação física destes através do revolvimento. O uso de leguminosas para reciclagem de nutrientes e aumento do teor de N dos sistemas pode ser uma estratégia para se atingir produção sustentável. DE MARIA et al. (1999), em Latossolo Vermelho Distroférico típico, em Campinas, SP, sob PD, verificaram acúmulo de matéria orgânica na superfície do solo (0-5 cm), em relação à camada mais profunda (10-20cm). Contudo, no presente trabalho, com o passar dos anos, essa diferença significativa entre os níveis de matéria orgânica (Figura 2), para o ano 2000, desapareceu entre os sistemas estudados (sistema I: 34 g kg⁻¹; sistema II: 33 g kg⁻¹; sistema III: 37 g kg⁻¹; sistema IV: 35 g kg⁻¹; e sistema V: 35 g kg⁻¹) (SANTOS et al., 2003). Ademais, o rendimento de grãos de soja mais elevado foi obtido nos anos agrícolas 1999/00 e 2000/01 (Tabela 2), enquanto o menor rendimento de grãos dessa leguminosa foi verificado no ano agrícola 1996/97.

Relativamente à interação ano versus cultura antecessora, houve diferenças significativas ($F > 0,05$) para número de legumes, altura de inserção dos primeiros legumes e estatura de plantas de soja (Tabela 2). Resultados similares foram obtidos por SANTOS e REIS (1990) e por SANTOS et al. (1998), envolvendo somente espécies produtoras de grãos, no inverno e no verão.

Quanto ao tipo de cultura antecessora, não houve diferença significativa nos parâmetros relacionados acima. Para a análise anual do número de legumes, número de grãos, peso de grãos, altura de inserção dos primeiros legumes e estatura de plantas, como por exemplo, houve diferença significativa somente na safra de 1997/98 (Tabelas 5, 6, 9 e 10). Como esse ano foi atípico (precipitação pluvial acima da normal, propician-

do, o rendimento de grãos elevado), esses resultados não se refletiram na análise conjunta dos referidos parâmetros nem na análise conjunta dos resultados para rendimento de grãos de soja. Além disso, população final de plantas e peso de 1.000 grãos foram afetados pelo tipo de cultura antecessora, em um (2001/02) e em dois anos (1996/97 e 2000/01), respectivamente. Pelo observado, essas características não foram significativamente influenciadas pelo tipo de resíduo vegetal de inverno remanescente na cultura de soja ou, quando isso ocorreu, este mostrou-se insuficiente para alterar o rendimento de grãos (SANTOS e PEREIRA, 1987; SANTOS e REIS, 1990; SANTOS et al. 1989a; 1989b).

Conclusões

Houve diferença significativa para rendimento de grãos de soja entre os sistemas de produção de integração lavoura-pecuária. O menor rendimento de grãos de soja foi obtido, no sistema III, independentemente de cultura anterior. Os demais sistemas estudados, foram semelhantes entre si para rendimento de grãos de soja.

O tipo de cultura antecessora, não afetou a população final, o número de legumes, o número de grãos, o peso de grãos, o peso de 1.000, a altura de inserção dos primeiros legumes e a estatura de plantas de soja, nos sistemas de integração de produção lavoura-pecuária.

Referências

- AMBROSI, I.; SANTOS, H.P. dos; FONTANELI, R.S.; ZOLDAN, S.M. Lucratividade e risco de sistemas de produção de grãos combinados com pastagens de inverno. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 36, n. 10, p. 1213-1219, 2001.
- ANDREOLA, F.; COSTA, L.M.; OLSZEWSKI, N.; JUICKSCH, I. A cobertura vegetal de inverno e a adubação orgânica e/ou mineral influenciando a sucessão feijão/milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 4, n. 4, p. 867-874, 2000.
- CARPENEDO, V.; MIELNICZUK, J. Estudo de agregação e qualidade de agregados de latossolos roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 14, n. 1, p. 99-105, 1990.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - CFSRS/SC. *Recomendações de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina*. 3.ed. Passo Fundo, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, 1995. 224p.
- DE MARIA, I.C.; NNABUDE, P.C.; CASTRO, O.M. Long-term tillage and crop rotation effects on soil chemical properties of a Rhodic Ferralsol in southern Brazil. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v.51, n.1, p.71-79, 1999.
- FONTANELI, R.S.; AMBROSI, I.; SANTOS, H.P. dos; IGNACZAK, J.C.; ZOLDAN, S.M. Análise econômica de sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno em sistema plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 35, n. 11, p. 2129-2137, 2000a.
- FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P. dos; AMBROSI, I.; IGNACZAK, J.C.; DENARDIN, J.E.; REIS, E.M.; VOSS, M. Sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno, sob plantio direto. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000b. 84p. (Embrapa Trigo. Circular Técnica, 6).
- MACEDO, M.C.M. Integração lavoura e pecuária: alternativa para sustentabilidade da produção animal. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 18., 2001, Piracicaba. Anais.... Piracicaba: FEALQ, 2001. p.257-283.
- PALADINI, F.L.S.; MIELNICZUK, J. Distribuição de tamanho de agregados de um solo Podzólico Vermelho-escuro afetado por sistema de cultura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 5, n. 2, p. 135-140, 1991.
- RHEINHEIMER, D.S.; KAMINSKI, J.; LUPATINI, G.C.; SANTOS, E.J.S. Modificações em atributos químicos de solo arenoso sob sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 22, n. 4, p.713-721, 1998.
- 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*, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 645-653, 2001.
- SANTOS, H.P. dos; FONTANELI, R.S.; TOMM, G.O.; SPERA, S.T. Efeito de sistemas mistos sob plantio direto sobre fertilidade do solo após oito anos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.27, n.3, p.545-552, 2003.
- SANTOS, H.P. dos; LHAMBY, J.C.B.; SANDINI, I. Efeitos de culturas de inverno e de sistema de rotação de culturas sobre algumas características da soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.32, n.11, p.1141-1146, 1997.

SANTOS, H.P. dos; LHAMBY, J.C.B.; WOBETO, C. Efeito de culturas de inverno em plantio direto sobre a soja cultivada em rotação de culturas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.33, n.3, p. 289-295, 1998.

SANTOS, H.P. dos; PEREIRA, L.R. Rotação de culturas. VII. Efeito de culturas de inverno sobre o rendimento de grãos e algumas características das plantas de soja no período de 1979 a 1985. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.22, n.1, p.63-70, 1987.

SANTOS, H.P. dos; PEREIRA, L.R.; REIS, E.M. Rotação de culturas. XXIII. Efeitos das culturas de inverno sobre o rendimento de grãos e sobre algumas características agrônômicas de plantas de soja, num período de nove anos. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 17. 1989, Porto Alegre. *Soja: resultados de pesquisa 1988-1989*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1989a. p.88-99.

SANTOS, H.P. dos; PEREIRA, L.R.; REIS, E.M. Rotação de culturas. XXIV. Efeitos das culturas de inverno sobre o rendimento de grãos e sobre algumas características agrônômicas de plantas de soja, num período de cinco anos. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 17. 1989, Porto Alegre. *Soja: resultados de pesquisa 1988-1989*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1989b. p.100-115.

SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M. Efeitos de culturas de inverno sobre o rendimento de grãos e sobre a estatura de plantas da soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.26, n.5, p.729-735, 1991.

SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M. Rotação de culturas. In: SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M. *Rotação de culturas em plantio direto*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. Cap. 1, p.11-132.

SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M. Rotação de culturas. XIX. Efeitos de culturas de inverno sobre o rendimento de grãos e sobre algumas características agrônômicas da soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.25, n.11, p.1637-1645, 1990.

SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M. Rotação de culturas. XIX. Efeitos de culturas de inverno sobre o rendimento de grãos e sobre algumas características agrônômicas da soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.25, n.11, p.1637-1645, 1990.

SPERA, S.T.; SANTOS, H.P. dos; FONTANELI, R.S.; TOMM, G.O. Efeitos de sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens sob plantio direto nos atributos físicos de solo. In: EMBRAPA TRIGO. *Soja: resultados de pesquisa 2001/2002*. Trabalho 20. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 12). Trabalho apresentado na XXX Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul, Cruz Alta, RS, 2002. Disponível em: http://www.cnp.embrapa.br/biblio/p_do12.htm

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

Tabela 1. Sistemas de produção de grãos e de pastagens anuais de inverno, perenes de estação fria e perenes de estação quente, sob plantio direto. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2003

Sistema de produção	Seqüência/ano								
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Sistema I	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S
(produção de grãos)	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S
	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M
Sistema II (produção de grãos + pastagem anual de inverno)	T/S	Ap+E/M	Ab/S	T/S	Ap+E/M	Ab/S	T/S	Ap+E/M	Ab/S
	Ap+E/M	Ab/S	T/S	Ap+E/M	Ab/S	T/S	Ap+E/M	Ab/S	T/S
	Ab/S	T/S	Ap+E/M	Ab/S	T/S	Ap+E/M	Ab/S	T/S	Ap+E/M
Sistema III (produção de grãos após PPF)	T/PPF	PPF	PPF	PPF/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S
	T/PPF	PPF	PPF	PPF/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S
	T/PPF	PPF	PPF	PPF/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M
Sistema IV (produção de grãos após PPQ)	PPQ	PPQ	PPQ	PPQ/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S
	T/PPQ	PPQ	PPQ	PPQ/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S
	T/PPQ	PPQ	PPQ	PPQ/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M
Sistema V	-	Al	Al	Al/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S
(produção de grãos após alfafa)	-	Al	Al	Al/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S
	-	Al	Al	Al/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M

Ab: aveia branca; Ap: aveia preta; Al: alfafa; E: ervilhaca; M: milho; PPF: pastagem estação fria (festuca + cornichão + trevo branco + trevo vermelho); PPQ: pastagem estação quente (pensacola + caveia preta + azevém + ornichão + trevo branco + trevo vermelho); S: soja; e T: trigo.

RENDIMENTO DE GRÃOS DE SOJA EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE GRÃOS COM PASTAGENS ANUAIS DE INVERNO E PERENES, SOB PLANTIO DIRETO

Tabela 2. Significado do teste F quanto a oito características de soja semeada de 1996/97 a 2001/02. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2003

Característica agrônômica	Ano	Tipo de sucessão	Ano x tipo de sucessão
Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)	*	*	ns
População final de plantas (m ²)	*	ns	ns
Número de legumes por plantas	*	ns	*
Número de grãos por planta	*	ns	ns
Peso de grãos por planta (g)	*	ns	ns
Peso de 1.000 grãos (g)	*	ns	ns
Altura de inserção primeiros legumes (cm)	*	ns	*
Estatuta de plantas (cm)	*	ns	*

* Significativo a 5%. ns: não significativo.

Tabela 3. Efeito de culturas de inverno, em sistemas de produção de grãos integrados com pastagens anuais de inverno e perenes, no rendimento de grãos de soja, de 1996/97 a 2001/02. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2003

Componentes de sistema de produção com soja	Rendimento de grãos de soja (kg ha ⁻¹)					Média
	1996/97	1997/98	1999/00	2000/01	2001/02	
Soja após aveia - Sistema I	2.047	3.180	3.219	3.291 abc	2.720	2.891 a
Soja após trigo - Sistema I	2.232	2.974	3.060	3.318 abc	2.615	2.840 ab
Soja após aveia - Sistema II	2.137	3.256	3.296	3.222 bc	2.410	2.864 ab
Soja após trigo - Sistema II	2.167	2.956	3.080	3.256 bc	2.273	2.746 abc
Soja após aveia - Sistema III	1.921	2.622	3.141	3.178 bc	2.042	2.581 c
Soja após trigo - Sistema III	2.007	2.668	3.401	2.971 c	2.177	2.645 bc
Soja após aveia - Sistema IV	2.080	2.974	3.704	3.519 ab	2.525	2.960 a
Soja após trigo - Sistema IV	2.132	2.917	3.393	3.640 a	2.444	2.905 a
Soja após aveia - Sistema V	1.975	3.032	3.679	3.486 ab	2.646	2.964 a
Soja após trigo - Sistema V	1.860	3.023	3.383	3.383 ab	2.910	2.912 a
Média	2.056	2.960	3.335	3.326	2.476	2.831
C.V. (%)	10	10	15	8	15	-
F tratamentos	ns	ns	ns	2,32 *	ns	2,83 *

Sistema I: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca; Sistema II: trigo/soja, aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca; sistema III: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja, após pastagem de estação fria; Sistema IV: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja, após pastagem de estação quente; e Sistema V: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja, após alfafa.

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não apresentam diferenças significativas, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan. ns = não significativo; * = nível de significância de 5%.

Tabela 4. Efeito de culturas de inverno, em sistemas de produção de grãos integrados com pastagens anuais de inverno e perenes, na população final por m² de soja, de 1996/97 a 2001/02. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2003

Componentes de sistema de produção com soja	População final de plantas de soja/m ²					Média
	1996/97	1997/98	1999/00	2000/01	2001/02	
Soja após aveia - Sistema I	46	33	37	20	24 c	32
Soja após trigo - Sistema I	39	32	38	19	29 ab	31
Soja após aveia - Sistema II	42	32	41	22	26 bc	33
Soja após trigo - Sistema II	44	31	34	20	27 bc	31
Soja após aveia - Sistema III	37	33	35	21	29 ab	31
Soja após trigo - Sistema III	40	31	37	19	26 bc	31
Soja após aveia - Sistema IV	37	35	39	22	27 bc	32
Soja após trigo - Sistema IV	36	35	38	18	31 a	32
Soja após aveia - Sistema V	38	28	34	20	26 bc	29
Soja após trigo - Sistema V	40	29	38	21	26 bc	31
Média	40	32	37	20	27	31
C.V. (%)	15	11	13	15	10	-
F tratamentos	ns	Ns	ns	ns	2,27 *	ns

Sistema I: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca; Sistema II: trigo/soja, aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca; sistema III: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja, após pastagem de estação fria; Sistema IV: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja, após pastagem de estação quente; e Sistema V: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja, após alfafa.

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não apresentam diferenças significativas, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan. ns = não significativo; * = nível de significância de 5%.

Tabela 5. Efeito de culturas de inverno, em sistemas de produção de grãos integrados com pastagens anuais de inverno e perenes, no número de legumes por planta de soja, de 1996/97 a 2001/02. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2003

Componentes de sistema de produção com soja	Número de legumes por planta de soja					Média
	1996/97	1997/98	1999/00	2000/01	2001/02	
Soja após aveia - Sistema I	37	41 c	25	45	54	41
Soja após trigo - Sistema I	39	37 c	28	44	71	44
Soja após aveia - Sistema II	36	46 abc	27	53	58	44
Soja após trigo - Sistema II	40	40 c	28	51	63	44
Soja após aveia - Sistema III	38	47 abc	30	47	51	43
Soja após trigo - Sistema III	36	41 c	27	51	49	41
Soja após aveia - Sistema IV	36	45 bc	30	44	49	41
Soja após trigo - Sistema IV	36	46 bc	32	44	55	43
Soja após aveia - Sistema V	41	57 a	27	50	44	44
Soja após trigo - Sistema V	41	55 ab	30	48	60	47
Média	38	46	29	48	56	43
C.V. (%)	12	16	16	19	20	-
F tratamentos	ns	2,95 *	ns	ns	ns	ns

Sistema I: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca; Sistema II: trigo/soja, aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca; sistema III: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja, após pastagem de estação fria; Sistema IV: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja, após pastagem de estação quente; e Sistema V: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja, após alfafa.

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não apresentam diferenças significativas, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan. ns = não significativo; * = nível de significância de 5%.

Tabela 6. Efeito de culturas de inverno, em sistemas de produção de grãos integrados com pastagens anuais de inverno e perenes, no número de grãos por planta de soja, de 1996/97 a 2001/02. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2003

Componentes de sistema de produção com soja	Número de grãos por planta de soja					Média
	1996/97	1997/98	1999/00	2000/01	2001/02	
Soja após aveia - Sistema I	69	66 cd	48	97	97	75
Soja após trigo - Sistema I	74	59 cd	51	96	122	80
Soja após aveia - Sistema II	69	75 abc	47	113	82	77
Soja após trigo - Sistema II	81	64 cd	54	114	101	83
Soja após aveia - Sistema III	65	73 abcd	54	101	80	74
Soja após trigo - Sistema III	66	54 d	47	106	84	71
Soja após aveia - Sistema IV	65	73 abcd	57	90	81	73
Soja após trigo - Sistema IV	65	67 bcd	55	111	92	78
Soja após aveia - Sistema V	71	87 ab	50	98	73	76
Soja após trigo - Sistema V	71	90 a	52	90	91	79
Média	70	71	52	101	90	77
C.V. (%)	12	19	19	17	31	-
F tratamentos	ns	2,81 *	ns	ns	ns	ns

Sistema I: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca; Sistema II: trigo/soja, aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca; sistema III: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja, após pastagem de estação fria; Sistema IV: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja, após pastagem de estação quente; e Sistema V: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja, após alfafa.

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não apresentam diferenças significativas, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan. ns = não significativo; * = nível de significância de 5%.

RENDIMENTO DE GRÃOS DE SOJA EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE GRÃOS COM PASTAGENS ANUAIS DE INVERNO E PERENES, SOB PLANTIO DIRETO

Tabela 7. Efeito de culturas de inverno, em sistemas de produção de grãos integrados com pastagens anuais de inverno e perenes, no peso de grãos por planta de soja, de 1996/97 a 2001/02. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2003

Componentes de sistema de produção com soja	Peso de grãos por planta de soja (kg ha ⁻¹)					
	1996/97	1997/98	1999/00	2000/01	2001/02	Média
Soja após aveia - Sistema I	9	12 bc	10	18	18	13
Soja após trigo - Sistema I	10	12 bc	11	19	23	15
Soja após aveia - Sistema II	10	14 ab	11	21	18	15
Soja após trigo - Sistema II	11	12 bc	12	21	20	15
Soja após aveia - Sistema III	8	15 ab	12	18	15	14
Soja após trigo - Sistema III	8	10 c	10	19	15	12
Soja após aveia - Sistema IV	8	15 ab	12	18	15	14
Soja após trigo - Sistema IV	9	13 abc	12	20	18	14
Soja após aveia - Sistema V	9	17 a	11	19	15	14
Soja após trigo - Sistema V	8	17 a	11	19	22	15
Média	9	13	11	19	18	14
C.V. (%)	14	18	19	17	26	-
F tratamentos	ns	2,82 *	ns	ns	ns	ns

Sistema I: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca; Sistema II: trigo/soja, aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca; sistema III: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja, após pastagem de estação fria; Sistema IV: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja, após pastagem de estação quente; e Sistema V: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja, após alfafa. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não apresentam diferenças significativas, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan. ns = não significativo; * = nível de significância de 5%.

Tabela 8. Efeito de culturas de inverno, em sistemas de produção de grãos integrados com pastagens anuais de inverno e perenes, no peso de 1.000 de grãos de soja, de 1996/97 a 2001/02. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2003

Componentes de sistema de produção com soja	Peso de 1.000 grãos de soja (g)					Média
	1996/97	1997/98	1999/00	2000/01	2001/02	
Soja após aveia - Sistema I	129 ab	186	208	204 a	193	184
Soja após trigo - Sistema I	136 a	190	211	201 ab	189	186
Soja após aveia - Sistema II	131 ab	181	225	199 ab	188	185
Soja após trigo - Sistema II	136 a	188	215	198 ab	197	186
Soja após aveia - Sistema III	127 bc	203	228	192 bc	171	184
Soja após trigo - Sistema III	129 ab	203	219	182 c	183	183
Soja após aveia - Sistema IV	132 ab	200	213	191 bc	192	186
Soja após trigo - Sistema IV	127 bc	198	213	195 ab	193	185
Soja após aveia - Sistema V	117 d	187	221	191 bc	208	185
Soja após trigo - Sistema V	119 cd	193	222	197 ab	198	186
Média	128	193	218	195	191	185
C.V. (%)	5	6	9	4	9	-
F tratamentos	4,63 *	ns	ns	3,01 *	ns	ns

Sistema I: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca; Sistema II: trigo/soja, aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca; sistema III: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja, após pastagem de estação fria; Sistema IV: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja, após pastagem de estação quente; e Sistema V: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja, após alfafa. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não apresentam diferenças significativas, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan. ns = não significativo; * = nível de significância de 5%.

Tabela 9. Efeito de culturas de inverno, em sistemas de produção de grãos integrados com pastagens anuais de inverno e perenes, na altura de inserção dos primeiros legumes de soja, de 1996/97 a 2001/02. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2003

Componentes de sistema de produção com soja	Altura de inserção dos primeiros legumes de soja (cm)					Média
	1996/97	1997/98	1999/00	2000/01	2001/02	
Soja após aveia - Sistema I	22	18 bcd	14	20	22	19
Soja após trigo - Sistema I	24	21 abc	15	19	19	20
Soja após aveia - Sistema II	24	22 ab	14	18	24	20
Soja após trigo - Sistema II	25	23 a	16	20	20	21
Soja após aveia - Sistema III	24	17 d	15	19	21	19
Soja após trigo - Sistema III	27	16 d	15	18	19	19
Soja após aveia - Sistema IV	26	17 d	14	21	22	20
Soja após trigo - Sistema IV	24	17 cd	13	20	18	18
Soja após aveia - Sistema V	24	18 bcd	14	20	18	19
Soja após trigo - Sistema V	25	18 cd	14	20	18	19
Média	24	19	14	19	20	19
C.V. (%)	11	13	10	9	14	-
F tratamentos	ns	3,58 *	ns	ns	ns	ns

Sistema I: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca; Sistema II: trigo/soja, aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca; sistema III: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja, após pastagem de estação fria; Sistema IV: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja, após pastagem de estação quente; e Sistema V: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja, após alfafa.

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não apresentam diferenças significativas, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan. ns = não significativo; * = nível de significância de 5%.

Tabela 10. Efeito de culturas de inverno, em sistemas de produção de grãos integrados com pastagens anuais de inverno e perenes, na estatura de plantas de soja, de 1996/97 a 2001/02. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2003

Componentes de sistema de produção com soja	Estatura de plantas de soja (cm)					Média
	1996/97	1997/98	1999/00	2000/01	2001/02	
Soja após aveia - Sistema I	91	74 d	85	108	97	91
Soja após trigo - Sistema I	92	81 bc	84	105	91	91
Soja após aveia - Sistema II	91	84 ab	82	105	100	93
Soja após trigo - Sistema II	88	89 a	81	103	91	90
Soja após aveia - Sistema III	85	75 cd	77	102	96	87
Soja após trigo - Sistema III	89	73 d	77	103	89	86
Soja após aveia - Sistema IV	87	79 bcd	76	105	98	89
Soja após trigo - Sistema IV	88	83 ab	73	107	94	89
Soja após aveia - Sistema V	88	83 ab	80	104	88	89
Soja após trigo - Sistema V	89	86 ab	78	105	89	89
Média	89	81	79	105	93	89
C.V. (%)	5	6	7	3	7	-
F tratamentos	ns	5,04 *	ns	ns	ns	ns

Sistema I: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca; Sistema II: trigo/soja, aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca; sistema III: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja, após pastagem de estação fria; Sistema IV: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja, após pastagem de estação quente; e Sistema V: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja, após alfafa.

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não apresentam diferenças significativas, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan. ns = não significativo; * = nível de significância de 5%.

RENDIMENTO DE GRÃOS DE SOJA EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE GRÃOS COM PASTAGENS ANUAIS DE INVERNO E PERENES, SOB PLANTIO DIRETO

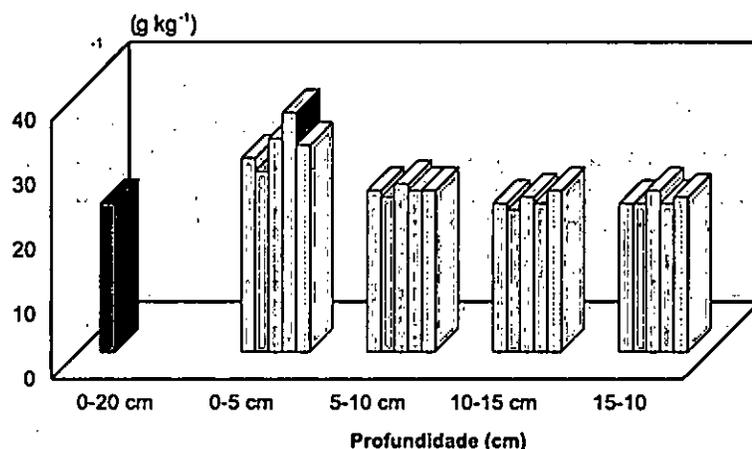


Figura 1. Matéria orgânica em diferentes sistemas e profundidades entre 1993 e após a safra de 1988. Sistema I: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja; sistema II: trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca e aveia branca/soja; sistema III: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja; sistema IV: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca; e sistema V: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja.

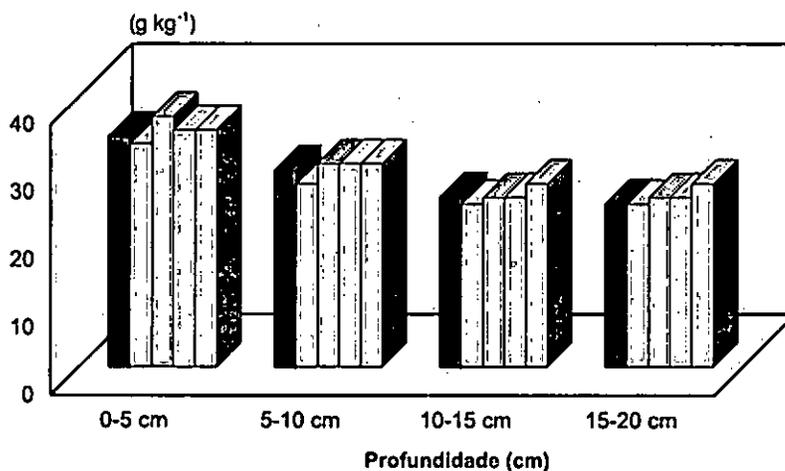


Figura 2. Matéria orgânica, em diferentes sistemas e profundidades, após a safra de verão de 2000. Sistema I: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja; sistema II: trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca e aveia branca/soja; sistema III: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja; sistema IV: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca; e sistema V: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja.