

## **Rendimento da soja em sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno e de verão, sob plantio direto**

**Henrique Pereira dos Santos<sup>1</sup>, Renato Serena Fontaneli<sup>2</sup> e Gilberto Omar Tomm<sup>3</sup>**

**Resumo** - O presente estudo avaliou, durante oito safras, o efeito de sistemas de produção incluindo pastagens anuais de inverno e de verão sobre a estatura de plantas e o rendimento de grãos de soja. Os tratamentos foram constituídos por seis sistemas de produção mistos: sistema I (trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho); sistema II (trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca + azevém/milho); sistema III (trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/pastagem de milheto); sistema IV (trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca + azevém/pastagem de milheto); sistema V (trigo/soja, aveia branca/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/pastagem de milheto); e sistema VI (trigo/soja, aveia branca/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca + azevém/pastagem de milheto). Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso com quatro repetições. Soja cultivada após trigo, em todos os sistemas, VI, V, IV, I, III e II, apresentou rendimento de grãos mais elevado que soja após aveia branca. Entretanto, soja cultivada nos três últimos sistemas apresentou rendimento de grãos semelhante estatisticamente ao de soja cultivada após aveia branca, no sistema V. Por sua vez, soja cultivada após aveia branca, no sistema VI, não diferiu de soja cultivada após trigo, no sistema II.

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

## **Soybean yield in grain production systems with annual winter and summer pastures under no-tillage**

**Abstract** - The objective of this study was to determine soybean plant height and yield, during a eight-year period, in production systems of grain crops and annual winter and summer pastures. Six production systems were evaluated: system I (wheat/soybean, black oat + common vetch pasture/corn); system II (wheat/soybean, black oat + common vetch + ryegrass pasture/corn); system III (wheat/soybean, black oat + common vetch pasture/pearl millet pasture); system IV (wheat/soybean, black oat + common vetch + ryegrass pasture/pearl millet pasture); system V (wheat/soybean, white oat/soybean, and black oat + common vetch pasture/pearl millet pasture); and system VI (wheat/soybean, white oat/soybean, and black oat + common vetch + ryegrass pasture/pearl millet pasture). Treatments were randomly distributed in blocks and replicated four times. Soybean presented higher yield after wheat, in the systems VI, V, IV, I, III, and II, than after white oat. Nevertheless, soybean yield, in the three last systems, was not different from the yield of soybean cultivated after white oat, in system V. Soybean after white oat, in system VI, did not differ from soybean after wheat, in system II.

**Key words:** sequential cropping, crop rotation, ley farming.

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

<sup>2</sup> Bolsista CNPq-PQ, Eng. Agr., Ph.D., Embrapa Trigo, renatosf@cnpt.embrapa.br

<sup>3</sup> Eng. Agr., Ph.D., Embrapa Trigo, tomm@cnpt.embrapa.br

Recebido para publicação em 06/11/2003

## Introdução

Experimentos de longa duração envolvendo sistemas de rotação de culturas vêm sendo desenvolvidos na Embrapa Trigo desde a década de 70 (SANTOS e REIS, 2001). Muitos desses trabalhos foram estabelecidos de forma a permitir a estimativa do efeito do ano agrícola. Para isso, todas as espécies de cada sistema, tanto de inverno (aveia branca, cevada e trigo) como de verão (milho, soja e sorgo), devem ser semeadas todos os anos.

Na Embrapa Trigo, a partir da década de 90, também foram iniciados outros experimentos de longa duração, envolvendo culturas produtoras de grãos (aveia branca, milho, soja e trigo) em rotação com pastagens anuais de inverno (aveia preta + aveia, ervilhaca) e de verão (milheto) ou com pastagens perenes (compostas por festuca ou pensacola consorciadas com trevo branco, com trevo vermelho e com cornichão) (FONTANELI et al., 2000; AMBROSI et al., 2001; SANTOS et al., 2001a; 2001b).

Os resíduos culturais desempenham importante papel no sistema plantio direto, pois controlam a erosão, conservam a fertilidade e a umidade do solo e, também, reduzem a incidência de plantas daninhas (ROMAN e DIDONET, 1990). Esses resíduos podem, igualmente, causar efeitos negativos sobre o crescimento de culturas, em razão dos efeitos alelopáticos sobre o desenvolvimento de plantas (ALMEIDA, 1988; SANTOS e REIS, 2001). A alelopatia entre culturas tem interesse agrônomico, especialmente no que diz respeito à definição de sistemas de produção ou sucessão de culturas sob plantio direto. Trabalhos desenvolvidos na Embrapa Trigo têm demonstrado efeitos sobre culturas que podem, pelo menos em parte, ser atribuídos a efeitos alelopáticos (SANTOS e ROMAN, 2001). O rendimento de grãos e a estatura de plantas de soja foram afetados pelos resíduos de aveia branca, de colza e de linho (SANTOS e ROMAN, 2001). Em outros estudos conduzidos por SANTOS e LHAMBY (1996) e por SANTOS et al. (1998), o menor rendimento de grãos e a menor estatura de plantas de soja foram relacionados à inadequada cobertura de solo proporcionada pelo linho, em relação à aveia branca, à aveia preta, à cevada ou ao trigo.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de sistemas de produção de grãos

com pastagens anuais de inverno e de verão no rendimento de grãos, na estatura de plantas de soja e na quantidade de resíduos remanescente, sob plantio direto.

## Material e métodos

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., 2002), de textura argilosa e relevo suave ondulado.

Os tratamentos foram constituídos por seis sistemas de produção mistos: sistema I (trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho); sistema II (trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca + azevém/milho); sistema III (trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/pastagem de milheto); sistema IV (trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca + azevém/pastagem de milheto); sistema V (trigo/soja, aveia branca/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/pastagem de milheto); e sistema VI (trigo/soja, aveia branca/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca + azevém/pastagem de milheto) (Tabela 1).

As culturas, tanto de inverno como de verão, foram estabelecidas sob plantio direto. No presente trabalho, é apresentado o rendimento de grãos de soja das safras 1995/96 a 2002/03.

Usaram-se as cultivares de soja BR 16, de 1995/96 a 1997/98, BRS 137, em 1999/00 e 2000/01, e BRS 154, em 2001/02 e 2002/03, sendo todos os tratamentos semeados 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). Amostras de solo foram coletadas a cada três anos, após a colheita das culturas de verão.

A época de semeadura e o controle de plantas daninhas obedeceram às indicações para a cultura de soja. A colheita de soja foi efetuada com colhedora automotriz especial para parcelas experimentais. A área da parcela foi de 20 m de comprimento por 10 m de largura (200 m<sup>2</sup>), enquanto a área útil foi de 54 m<sup>2</sup>. Fizeram-se as seguintes determinações: população final, altura de inserção dos primeiros legumes, estatura de plantas, rendimento de grãos (com umidade corrigida para 13%), peso de 1.000 grãos e componentes do rendimento (número de legumes, número de grãos e peso de grãos

por planta). Além disso, a quantidade de palha na superfície do solo foi avaliada coletando-se resíduo cultural remanescente em área de 0,5 m<sup>2</sup>.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Foi efetuada a análise de variância de todas as determinações citadas acima (dentro de cada ano e na média conjunta dos anos), de 1995/96 a 2002/03. Considerou-se o efeito do tratamento (diferentes restevras) como fixo, e o efeito do ano, como aleatório. As médias foram comparadas entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

Dados de precipitação pluviométrica observados, no posto meteorológico padrão, localizado na Embrapa Trigo, são apresentados na Tabela 2. São relatados valores médios mensais de 1995/96 a 2002/03, bem como a normal de 1961 a 1990.

## Resultados e discussão

No período de 1995/96 a 2002/03, 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, componentes do rendimento (número de legumes, número de grãos e peso de grãos por planta) de soja e quantidade de resíduo cultural remanescente de espécies de inverno para o fator 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 a maioria dessas variáveis, com sistemas de rotação de culturas envolvendo somente espécies produtoras de grãos, de inverno e de verão, soja inclusive.

A quantidade requerida de água para a soja completar seu ciclo é de aproximadamente 827 mm (MATZENAUER, 1992). Pelo observado nos oito anos de estudos, em três anos (1995/96, 1996/97 e 1998/99) a precipitação pluviométrica esteve abaixo da quantidade requerida e também abaixo da normal (833 mm), porém, nos demais anos (1997/98, 1999/00, 2000/01, 2001/02 e 2002/03) choveu acima desses valores (Tabela 2). Como consequência, disso esses anos (1995/96: 2.479 kg ha<sup>-1</sup>, 1996/97: 2.308 kg ha<sup>-1</sup> e 1998/99: 2.043 kg ha<sup>-1</sup>), apresentaram os menores rendimento médio de grãos quando comparados com demais anos estudados (Tabela 3), com precipitação pluviométrica total de 781 mm,

685 mm, respectivamente. Nos demais anos, houve má distribuição e excesso de precipitação pluviométrica, no entanto sem prejudicar o rendimento médio de grãos de soja.

Já o tipo de cultura antecessora, nesse período de estudo, diferiu ( $F > 0,05$ ) para rendimento de grãos e estatura de plantas de soja. Resultados semelhantes foram obtidos por SANTOS e REIS (1991), por SANTOS et al. (1997; 1998) e por SANTOS e ROMAN (2001), envolvendo somente espécies produtoras de grãos. O resultado da análise de cada safra e do conjunto das safras do rendimento de grãos e de estatura de plantas de soja, de 1995/96 a 2002/03, pode ser observado nas tabelas 3 e 4. A quantidade de resíduo cultural remanescente de espécies de inverno, nesse mesmo período, encontra-se na Tabela 5.

Na análise anual dos dados, observou-se diferença significativa no rendimento de grãos e na estatura de plantas de soja, em virtude da cultura antecessora, apenas na safra 1996/97 (Tabelas 3 e 4). Na referida safra, o rendimento de grãos de soja cultivada após trigo, nos sistemas VI (2.847 kg ha<sup>-1</sup>), III (2.800 kg ha<sup>-1</sup>), V (2.575 kg ha<sup>-1</sup>), I (2.461 kg ha<sup>-1</sup>) e IV (2.429 kg ha<sup>-1</sup>), foi mais elevado. Contudo, os últimos três sistemas não diferiram quanto ao rendimento de grãos de soja cultivada após trigo, no sistema II (2.254 kg ha<sup>-1</sup>). Soja cultivada após aveia branca apresentou menor rendimento de grãos e menor estatura de plantas que a maioria dos tratamentos com soja em resteva de trigo.

A quantidade de resíduo de aveia branca (4,45 a 4,70 t de matéria seca ha<sup>-1</sup>) colhida no inverno de 1996 (Tabela 5), foi superior à de trigo (2,50 a 3,12 t de matéria seca ha<sup>-1</sup>). Plantas voluntárias de aveia branca emergidas juntamente com a cultura podem ter reduzido o rendimento de grãos de soja. Nesse caso específico, observou-se que a soja após essa gramínea mostrou, ao longo do ciclo, menor estatura de plantas e folhas com coloração verde menos intensa, em relação aos demais tratamentos com essa leguminosa. Esse efeito pode ser decorrente, pelo menos parcial, da elevada relação C:N (AITA et al., 2001) da palhada remanescente de aveia branca que foi maior do que a do trigo - provocando, assim, deficiência de nitrogênio na soja e, também, competição entre a aveia branca e a soja pelos recursos do ambiente - e da alelopatia, pois no resíduo remanescente de aveia (RICE, 1984) existem diversos compostos que são conhecidos

por suas propriedades alelopáticas maior do que a do trigo. Deve ser levado em consideração que *Bradyrhizobium* foi inoculada na soja.

Na avaliação de abril de 2001, em quatro profundidades de solo, não houve diferença significativa entre as médias para os valores de pH, de Al, de Ca + Mg trocáveis e de P extraível e K trocável e o nível de matéria orgânica, na camada 0-5cm para os sistemas de produção. Os níveis de matéria orgânica foram: I: 48 g kg<sup>-1</sup>, II: 47 g kg<sup>-1</sup>, III: 48 g kg<sup>-1</sup>, IV: 48 g kg<sup>-1</sup>, V: 48 g kg<sup>-1</sup> e VI: 46 g kg<sup>-1</sup>. Houve, em todos os sistemas de manejo, acúmulo de matéria orgânica nas camadas próximas à superfície do solo. O nível de matéria orgânica do solo, na camada 0-5 cm, foi 1,5 a 2,2 vezes maior que o nível registrado na camada 15-20 cm. Por outro lado, RODRIGUES et al. (1998), estudando o conteúdo de nitrogênio em três cultivares de soja, submetidas a cinco épocas de semeadura, observaram que essa evidenciou um balanço negativo no sistema. Isso significa que durante seu ciclo a soja pode reduzir o conteúdo de nitrogênio no sistema.

Ao se escolher a espécie de cobertura no inverno, para continuar cobrindo o solo no verão e com adubação verde é importante visar retorno econômico da própria cultura, com produção de grãos ou pastoreio, e também o fornecimento de nitrogênio para a cultura subsequente (DIDONET e SANTOS, 1996). Normalmente, recomenda-se uma cultura de inverno com relação C:N acima de 25, quando se deseja semear soja no verão, e uma espécie com relação C:N abaixo de 25, quando se quer semear a cultura de milho no verão (HEINZMANN, 1985). Como a quantidade remanescente de aveia branca foi maior do que a do trigo, a relação C:N pode ter sido também maior, isso deve ter afetado, em parte, o crescimento e o desenvolvimento da soja, por que para utilizar o carbono da palha de aveia na biossíntese e como fonte de energia, os microrganismos imobilizam N mineral do solo, diminuindo a sua disponibilidade para a cultura subsequente. Além disso, o valor considerado como sendo de equilíbrio entre os processos microbianos de imobilização e mineralização de N é de aproximadamente 25 (AITA et al., 2001).

ALMEIDA e RODRIGUES (1985) verificaram efeito negativo no comprimento de raiz da aplicação de extrato aquoso a 10% da parte aérea de aveia preta e na parte aérea de plântulas de soja. De acordo com RICE (1984), a aveia preta possui

dois compostos alelopáticos nos exsudatos de raízes, que são a escopoletina e o ácido vanílico. Grande parte desses compostos secundários pode ter sido liberada por ocasião da decomposição dos resíduos culturais de aveia branca, que foi em maior quantidade do que o de trigo.

O presente estudo, iniciado em 1995, apresentou diferença significativa entre as médias de rendimento de grãos de soja, para comparação dos resultados entre sistemas, somente na safra agrícola 1996/97. Porém, na média das oito safras agrícolas, houve diferenças significativas entre os sistemas estudados, na análise conjunta de 1995/96 a 2002/03.

Na análise conjunta desse período de estudo, soja cultivada após trigo e rotações com milheto, nos sistemas VI (2.763 kg ha<sup>-1</sup>), V (2.757 kg ha<sup>-1</sup>) e IV (2.745 kg ha<sup>-1</sup>), apresentou rendimento de grãos mais elevado que a de soja cultivada após aveia branca (Tabela 3). Entretanto, soja cultivada nos sistemas I (2.695 kg ha<sup>-1</sup>), III (2.685 kg ha<sup>-1</sup>) e II (2.598 kg ha<sup>-1</sup>) foi semelhante estatisticamente ao rendimento de grãos de soja cultivada após aveia branca, no sistema V (2.513 kg ha<sup>-1</sup>). Por sua vez, soja cultivada após aveia branca, no sistema VI (2.453 kg ha<sup>-1</sup>), não diferiu de soja cultivada após trigo, no sistema II. No conjunto de oito safras do período de estudo, soja cultivada após aveia branca, no sistema VI, mostrou o menor rendimento de grãos. De maneira geral, o rendimento de grãos de soja foi maior após trigo, em relação ao de soja cultivada após aveia branca. SANTOS e REIS (1991) e SANTOS et al. (1997; 1998) observaram rendimento de grãos de soja superior para soja cultivada após aveia branca, cevada e trigo, em comparação com soja cultivada após colza e após linho e em monocultura. Porém deve ser levado em conta que soja após aveia branca sempre foi cultivada por dois anos consecutivos na mesma área. RUEDELL (1995) e FONTANELI et al. (2000), trabalhando com sistemas de produção mistos, cultivaram soja por dois ou três anos consecutivos na mesma área e não observaram diferença significativa entre o rendimento de grãos dessa leguminosa.

O maior rendimento de grãos de soja, na média dos tratamentos, foi obtido no ano de 2002/03 (3.493 kg ha<sup>-1</sup>) (Tabela 3). Por sua vez, o menor rendimento de grãos de soja foi verificado no ano de 1998/99 (2.043 kg ha<sup>-1</sup>).

Na média das oito safras, soja cultivada após trigo, nos sistemas V, IV, I, III e VI, apresentou estatura de plantas mais elevada, em relação a de soja cultivada após aveia branca, no sistema VI (Tabela 4). Contudo, a estatura de soja cultivada nos sistemas I, II, III e VI não diferiu significativamente da de soja cultivada após aveia branca, no sistema V. Isso, pode explicar em parte, o maior rendimento de grãos da soja cultivada após trigo. Existem alguns trabalhos que comprovam a associação entre rendimento de grãos e estatura de plantas de soja como sendo uma correlação positiva (GOPANI e KABARIA, 1970; ROHEWAL e KOPPAR, 1973). SANTOS e REIS (1991) e SANTOS et al. (1997; 1998), trabalhando com sistemas de rotação de culturas, observaram que a soja cultivada após aveia branca, cevada e trigo apresentou maior estatura de plantas e rendimento de grãos do que a de soja cultivada após colza e linho.

Na média dos anos de 1995 a 2002, a quantidade de resíduo cultural remanescente de espécies de inverno foi mais elevada na cultura de aveia branca, nos sistemas VI e V (Tabela 5). Entretanto, este último tratamento foi semelhante estatisticamente à quantidade de resíduo cultural remanescente de trigo, nos sistemas II, I, III e V. Tem sido observado, neste e em outros trabalhos desenvolvidos na Embrapa Trigo, que a quantidade de palhada remanescente de aveia branca destinada à produção de grãos tem sido maior que a de trigo. Em condições de lavouras comerciais, isso pode também estar ocorrendo.

Quando a soja for semeada imediatamente sobre essa palhada, podem ocorrer problemas relativos à alelopatia, o que é difícil de ser verificado em nível de lavoura, pois ocorreria em áreas relativamente grandes e sem possibilidade de comparação com palhadas remanescentes de outras culturas, como a de trigo. Ademais, a palhada remanescente de aveia preta tem sido ainda maior do que a de aveia branca, porém, a primeira palhada é manejada com alguma antecedência, ou seja, com rolo faca ou com dessecante, antes de completar a floração.

A acumulação de compostos com ação alelopática no solo é uma possibilidade maior no sis-

tema plantio direto, no qual os resíduos culturais são mantidos sobre a superfície do solo (SANTOS e ROMAN, 2001). Os resultados apresentados neste trabalho demonstraram que existe possibilidade de interferência da palhada remanescente de aveia branca sobre o desenvolvimento de soja (Tabela 5). Todavia, os efeitos dessas substâncias no campo são difíceis de ser isolados, uma vez que vários fatores interagem quando os resíduos são deixados sobre o solo, como, por exemplo, os efeitos de resíduos culturais sobre a temperatura do solo, afetando vários processos biológicos e de plantas.

Relativamente à interação ano versus cultura antecessora, houve diferenças significativas ( $F > 0,05$ ) para altura de inserção dos primeiros legumes e para rendimento de grãos de soja. Resultados similares foram obtidos por SANTOS e REIS (1990) e por SANTOS et al. (1997), envolvendo somente espécies produtoras de grãos, no inverno e no verão.

Número de plantas  $m^{-2}$ , número de legumes, número de grãos, peso de grãos por planta, peso de 1.000 grãos e altura de inserção dos primeiros legumes de soja não foram afetados pelo tipo de cultura antecessora. 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 (SANTOS e PEREIRA, 1987; SANTOS e REIS, 1990). Além disso, o rendimento de grãos de soja foi acompanhado de diminuição da estatura de plantas e foi inversamente proporcional à quantidade de palhada remanescente de aveia branca.

## Conclusões

A soja cultivada após trigo, nos sistemas IV e V, apresenta maior rendimento de grãos e estatura de plantas do que a soja cultivada após aveia branca.

A quantidade de resíduo remanescente de aveia branca é mais elevada, em comparação com o trigo, nos sistemas V e VI.

## Referências

- AITA, C.; BASSO, C.J.; CERETTA, C.A.; GONÇALVES, C.N.; DA ROS, C.O. Plantas de cobertura de solo como fonte de nitrogênio ao milho. *Revista Brasileira de Ciência de Solo*, Viçosa, v. 25, n.1, p. 157-165, 2001.
- ALMEIDA, F.A. *A alelopatia e as plantas*. Londrina: IAPAR, 1988. 60p. (IAPAR. Circular, 53).
- ALMEIDA, F.S.; RODRIGUES, B.N. Plantio direto. In: ALMEIDA, F.S.; RODRIGUES, B.N. *Guia de herbicidas: contribuição para o uso adequado em plantio direto e convencional*. Londrina: IAPAR, 1985. p.341-399.
- 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
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Departamento Nacional de Meteorologia. *Normais climatológicas (1961-1990)*. Brasília, 1992. 84p.
- 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.
- DIDONET, A.D.; SANTOS, H.P. dos. Sustentabilidade: manejo de nitrogênio no sistema de produção. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 41.; REUNIÃO TÉCNICA DO SORGO, 24., 1996, Passo Fundo. *Anais...* Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1996. p.236-240.
- FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P. dos; AMBROSI, I.; VOSS, M. Rendimento e nodulação de soja em diferentes rotações de espécies anuais de inverno, sob plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35,n.2, p.349-355, 2000.
- GOPANI, D.D.; KABARIA, M.M. Correlation of yield with agronomic characters and their heritability in soybean (*Glycine max (L.) Merr.*). *The Indian Journal of Agricultural Sciences*, New Delhi, v.40, n.10, p.847-853, 1970.
- HEINZMANN, F.X. Resíduos culturais de inverno e assimilação de nitrogênio por culturas de verão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.20, n.9, p.1021-1030, set. 1985.
- HOHEWAL, S.S.; KOPPAR, M.N. Association analysis in soybean. *Indian Journal of Genetics & Plant Breeding*, New Delhi, v.33, n.1, p.96-100, 1973.
- MATZENAUER, R. Evapotranspiração de plantas cultivadas e coeficientes de cultura. In: BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M.A.; MATZENAUER, R. et al. *Agrometeorologia aplicada à irrigação*. Porto Alegre: UFRGS, 1992. Cap.3, p.33-47.
- RICE, E.L. *Allelopathy*. 2.ed. New York: Academic Press, 1984. 424 p.
- RODRIGUES, O.; DIDONET, A.D.; LHAMBY, J.C.B.; THAINES, E. Balanço de nitrogênio na cultura de soja. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). *Soja: resultados de pesquisa do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, 1997/98*. Passo Fundo, 1998. p.129-139. (EMBRAPA- CNPT. Documentos, 51).
- ROMAN, E.S.; DIDONET, A.D. *Controle de plantas daninhas no plantio de trigo e soja*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1990. 32p. (Embrapa Trigo. Circular Técnica, 2).
- RUEDELL, J. *Plantio direto na região de Cruz Alta*. Cruz Alta: FUNDACEP FECOTRIGO, 1995. 134p.
- SANTOS, H.P. dos; AMBROSI, I.; FONTANELI, R.S. Contribuição das culturas de inverno para a receita líquida de sistemas de produção mistos. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 21., 2001, LAGES, SC. *Resultados experimentais*. Lages: UDESC, 2001a. p.81-83.
- 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 de Solo*, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 645-653, 2001b.
- SANTOS, H.P. dos; LHAMBY, J.C.B. Efeito de culturas de inverno sobre a soja cultivada em sistemas de rotação de culturas para trigo. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). *Soja: resultados de pesquisa do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, 1995/96*. Passo Fundo, 1996. p.153-165. (Embrapa Trigo. Documentos, 28).
- 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.

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

- 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; 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 agronômicas 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 agronômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.11, p.1637-1645, 1990.
- SANTOS, H.P. dos; ROMAN, E.S. Efeitos de culturas de inverno e rotações sobre a soja cultivada em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.7, n.1, p.59-68, 2001.
- 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 com pastagens anuais de inverno e de verão, sob plantio direto. Passo Fundo, RS

| Sistema de produção | Ano        |            |            |            |            |            |            |            |
|---------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                     | 1995/96    | 1996/97    | 1997/98    | 1998/99    | 1999/00    | 2000/01    | 2001/02    | 2002/03    |
| Sistema I           | T/S        | Ap+E/M     | T/S        | Ap+E/M     | T/S        | Ap+E/M     | T/S        | Ap+E/M     |
|                     | Ap+E/M     | T/S        | Ap+E/M     | T/S        | Ap+E/M     | T/S        | Ap+E/M     | T/S        |
| Sistema II          | T/S        | Ap+E+Az/M  | T/S        | Ap+E+Az/M  | T/S        | Ap+E+Az/M  | T/S        | Ap+E+Az/M  |
|                     | Ap+E+Az/M  | T/S        | Ap+E+Az/M  | T/S        | Ap+E+Az/M  | T/S        | Ap+E+az/M  | T/S        |
| Sistema III         | T/S        | Ap+E/Mi    | T/S        | Ap+E/Mi    | T/S        | Ap+E/Mi    | T/S        | Ap+E/Mi    |
|                     | Ap+E/Mi    | T/S        | Ap+E/Mi    | T/S        | Ap+E/Mi    | T/S        | Ap+E/Mi    | T/S        |
| Sistema IV          | T/S        | Ap+E+az/Mi | T/S        | Ap+E+Az/Mi | T/S        | Ap+E+Az/Mi | T/S        | Ap+E+Az/Mi |
|                     | Ap+E+Az/Mi | T/S        | Ap+E+Az/Mi | T/S        | Ap+E+Az/Mi | T/S        | Ap+E+az/Mi | T/S        |
| Sistema V           | T/S        | Ab/S       | Ap+E/Mi    | T/S        | Ab/S       | Ap+E/Mi    | T/S        | Ab/S       |
|                     | Ab/S       | Ap+E/Mi    | T/S        | Ab/S       | Ap+E/Mi    | T/S        | Ab/S       | Ap+E/Mi    |
|                     | Ap+E/Mi    | T/S        | Ab/S       | Ap+E/Mi    | T/S        | Ab/S       | Ap+E/Mi    | T/S        |
| Sistema VI          | T/S        | Ab/S       | Ap+E+Az/Mi | T/S        | Ab/S       | Ap+E+Az/Mi | T/S        | Ab/S       |
|                     | Ab/S       | Ap+E+Az/Mi | T/S        | Ab/S       | Ap+E+Az/Mi | T/S        | Ab/S       | Ap+E+Az/Mi |
|                     | Ap+E+Az/Mi | T/S        | Ab/S       | Ap+E+Az/Mi | T/S        | Ab/S       | Ap+E+Az/Mi | T/S        |

Ab: aveia branca; Ap: aveia preta; Az: azevém; E: ervilhaca; M: milho; Mi: miúdo; S: soja; c T: trigo.



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

Tabela 2. Precipitação pluviométrica total e mensal de 1995/96 a 2002/03 e a normal de 1991 a 1990. Passo Fundo, RS.

| Ano                 | Precipitação mensal (mm) |          |         |           |       |       | Total |
|---------------------|--------------------------|----------|---------|-----------|-------|-------|-------|
|                     | Novembro                 | Dezembro | Janeiro | Fevereiro | Março | Abril |       |
| Normal 1991 a 1990* | 141                      | 162      | 143     | 148       | 121   | 118   | 833   |
| 1995/96             | 78                       | 32       | 355     | 135       | 105   | 76    | 781   |
| 1996/97             | 107                      | 123      | 156     | 130       | 33    | 70    | 619   |
| 1997/98             | 340                      | 236      | 231     | 358       | 230   | 342   | 1.737 |
| 1998/99             | 69                       | 123      | 125     | 114       | 66    | 188   | 685   |
| 1999/00             | 119                      | 131      | 144     | 148       | 267   | 76    | 885   |
| 2000/01             | 164                      | 162      | 213     | 197       | 111   | 118   | 965   |
| 2001/02             | 117                      | 194      | 96      | 77        | 357   | 136   | 977   |
| 2002/03             | 205                      | 330      | 176     | 266       | 128   | 114   | 1.219 |

\* Fonte: Brasil (1992)

Tabela 3. Efeitos de sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno e de verão no rendimento de grãos de soja, de 1995/96 a 2002/03, Passo Fundo, RS

| Sistema de produção                | Ano                 |          |         |         |         |          |         | Média     |
|------------------------------------|---------------------|----------|---------|---------|---------|----------|---------|-----------|
|                                    | 1995/96             | 1996/97  | 1997/98 | 1998/99 | 1999/00 | 2000/01  | 2001/02 |           |
|                                    | kg ha <sup>-1</sup> |          |         |         |         |          |         |           |
| Sistema I: soja após trigo         | 2.781               | 2.461 ab | 2.631   | 2.112   | 2.698   | 3.025    | 3.505   | 2.695 ab  |
| Sistema II: soja após trigo        | 2.410               | 2.254 b  | 2.549   | 2.010   | 3.017   | 2.993    | 3.291   | 2.598 abc |
| Sistema III: soja após trigo       | 2.323               | 2.800 a  | 2.606   | 2.009   | 2.483   | 3.451    | 2.149   | 2.685 ab  |
| Sistema IV: Soja após trigo        | 2.460               | 2.429 ab | 2.641   | 1.991   | 3.274   | 3.300    | 2.355   | 2.745 a   |
| Sistema V: soja após aveia branca  | 2.411               | 1.594 c  | 2.558   | 2.024   | 2.931   | 3.248    | 1.810   | 2.513 bc  |
| soja após trigo                    | 2.539               | 2.575 ab | 2.708   | 2.226   | 2.870   | 3.198    | 2.258   | 2.757 a   |
| Sistema VI: soja após aveia branca | 2.571               | 1.506 c  | 2.685   | 1.843   | 2.897   | 2.928    | 1.953   | 2.453 c   |
| soja após trigo                    | 2.335               | 2.847 a  | 2.643   | 2.126   | 3.127   | 3.157    | 3.529   | 2.763 a   |
| Média                              | 2.479               | 2.308    | 2.628   | 2.043   | 2.912   | 3.162    | 2.183   | 2.651     |
| C.V. (%)                           | 14                  | 15       | 8       | 16      | 12      | 8        | 17      | -         |
| F tratamentos                      | 0,79 ns             | 8,08 **  | 0,27 ns | 0,50 ns | 2,00 ns | 01,79 ns | 1,24 ns | 1,33 ns   |

Sistema I: trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; Sistema II: trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca + avevém/milho; Sistema III: trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/pastagem de milho; Sistema IV: trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca + avevém/pastagem de milho; Sistema V: trigo/soja, aveia branca/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/pastagem de milho; e Sistema VI: trigo/soja, aveia branca/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca + avevém/pastagem de milho. Médias seguidas de mesma letra, na vertical, não apresentam diferenças significativas, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan. ns = não significativo; \* = nível de significância de 5%; \*\* = nível de significância de 1%.

Tabela 4. Efeitos de sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno e de verão na estatura de plantas de soja, de 1995/96 a 2002/03, Passo Fundo, RS

| Sistema de produção                | Ano     |          |         |         |         |         |         |         |                        |  | Média     |
|------------------------------------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------------------------|--|-----------|
|                                    | 1995/96 | 1996/97  | 1997/98 | 1998/99 | 1999/00 | 2000/01 | 2001/02 | 2002/03 | cm planta <sup>1</sup> |  |           |
| Sistema I: soja após trigo         | 69,30   | 71,80 ab | 87,12   | 85,00   | 74,00   | 92,73   | 94,46   | 107,25  |                        |  | 85,21 ab  |
| Sistema II: soja após trigo        | 68,62   | 71,45 ab | 86,90   | 83,00   | 75,25   | 91,16   | 92,63   | 100,50  |                        |  | 83,69 abc |
| Sistema III: soja após trigo       | 75,60   | 73,66 ab | 88,10   | 82,50   | 70,75   | 94,83   | 96,43   | 98,50   |                        |  | 85,05 ab  |
| Sistema IV: Soja após trigo        | 73,94   | 72,66 ab | 89,92   | 88,00   | 75,00   | 92,91   | 94,86   | 102,50  |                        |  | 86,22 a   |
| Sistema V: soja após aveia branca  | 74,16   | 62,65 bc | 85,80   | 81,50   | 71,75   | 95,07   | 81,91   | 104,75  |                        |  | 82,20 bc  |
| soja após trigo                    | 72,98   | 75,91 a  | 88,98   | 83,75   | 71,75   | 94,35   | 97,65   | 105,00  |                        |  | 86,30 a   |
| Sistema VI: soja após aveia branca | 72,58   | 54,59 c  | 85,82   | 77,00   | 74,00   | 93,06   | 84,19   | 100,42  |                        |  | 80,21 c   |
| soja após trigo                    | 70,97   | 75,51 a  | 87,33   | 82,00   | 73,25   | 91,33   | 89,49   | 104,75  |                        |  | 84,33 ab  |
| Média                              | 72,27   | 69,79    | 87,50   | 82,84   | 73,22   | 93,18   | 91,45   | 102,96  |                        |  | 84,15     |
| C.V. (%)                           | 8       | 11       | 6       | 6       | 9       | 3       | 11      | 7       |                        |  | -         |
| F tratamentos                      | 0,7 ns  | 3,6 *    | 0,3 ns  | 1,4 ns  | 0,3 ns  | 0,9 ns  | 1,22 ns | 0,8 ns  |                        |  | 2,87 *    |

Sistema I: trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; Sistema II: trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca + azevém/milho; Sistema III: trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/pastagem de milho; Sistema IV: trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca + azevém/pastagem de milho; Sistema V: trigo/soja, aveia branca/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/pastagem de milho; e Sistema VI: trigo/soja, aveia branca/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca + azevém/pastagem de milho.

Médias seguidas de mesma letra, na vertical, não apresentam diferenças significativas, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Duncan.

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

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

Tabela 5. Quantidade de resíduo remanescente de espécies de inverno, em sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno, de 1995/96 a 2002/03, Passo Fundo, RS

| Sistema de produção      | Ano     |         |         |         |          |         |         |         |                    |  | Média    |
|--------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|--------------------|--|----------|
|                          | 1995/96 | 1996/97 | 1997/98 | 1998/99 | 1999/00  | 2000/01 | 2001/02 | 2002/03 | t ha <sup>-1</sup> |  |          |
| Sistema I: trigo         | 2,17    | 2,92 bc | 2,15    | 2,99    | 5,64 ab  | 2,71    | 6,75    | 6,15    |                    |  | 3,94 bc  |
| Sistema II: trigo        | 2,24    | 3,00 bc | 2,70    | 3,54    | 5,78 ab  | 2,53    | 5,85    | 7,32    |                    |  | 4,12 abc |
| Sistema III: trigo       | 2,21    | 3,12 b  | 2,60    | 3,53    | 4,46 bc  | 2,36    | 6,01    | 6,77    |                    |  | 3,88 bc  |
| Sistema IV: trigo        | 2,08    | 2,50 c  | 2,90    | 3,16    | 3,89 c   | 2,29    | 5,93    | 6,50    |                    |  | 3,66 c   |
| Sistema V: aveia branca  | 1,94    | 4,70 a  | 3,03    | 3,04    | 5,29 abc | 2,23    | 6,33    | 7,76    |                    |  | 4,29 ab  |
| trigo                    | 1,98    | 2,80 bc | 2,78    | 3,02    | 4,07 c   | 2,52    | 5,94    | 7,46    |                    |  | 3,82 bc  |
| Sistema VI: aveia branca | 2,22    | 4,45 a  | 2,95    | 3,41    | 6,22 a   | 2,21    | 6,79    | 8,01    |                    |  | 4,53 a   |
| trigo                    | 2,17    | 2,67 bc | 1,85    | 3,15    | 4,94 abc | 2,73    | 5,44    | 6,52    |                    |  | 3,68 c   |
| Média                    | 2,12    | 3,27    | 2,62    | 3,23    | 5,04     | 2,45    | 6,12    | 7,06    |                    |  | 3,99     |
| C.V. (%)                 | 18      | 12      | 26      | 18      | 20       | 15      | 17      | 19      |                    |  | -        |
| F tratamentos            | 0,4 ns  | 17,3 ** | 1,5 ns  | 0,6 ns  | 2,9 *    | 1,2 ns  | 0,8 ns  | 1,0 ns  |                    |  | 3,2 *    |

Sistema I: trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; Sistema II: trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca + azevém/milho; Sistema III: trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/pastagem de milho; Sistema IV: trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca + azevém/pastagem de milho; Sistema V: trigo/soja, aveia branca/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca + azevém/pastagem de milho; Sistema VI: trigo/soja, aveia branca/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca + azevém/pastagem de milho. Médias seguidas de mesma letra, na vertical, não apresentam diferenças significativas, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

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