

# RENDIMENTO DE GRÃOS DE MILHO E DE SORGO EM SISTEMAS DE ROTAÇÃO DE CULTURAS<sup>1</sup>

HENRIQUE PEREIRA DOS SANTOS<sup>2</sup>, JULIO CESAR BARRENECHE LHAMBY<sup>3</sup>

**RESUMO** - Estudos sobre sistemas de rotação envolvendo a cultura de milho são escassos, daí a importância desta pesquisa. Em experimento conduzido no período de 1987/88 a 1995/96, em Passo Fundo, RS, estudou-se o rendimento de grãos de milho e de sorgo cultivados em diferentes sistemas de rotação de culturas. Os sistemas foram assim constituídos: sistema I (trigo/soja ou trigo/soja e ervilhaca/milho ou sorgo); sistema II (trigo/soja, aveia preta ou aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo); sistema III (trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho ou trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo); sistema IV (trigo/soja, trigo/soja, aveia preta ou aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo); e sistema V (trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho ou trigo/soja, trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo). O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com três repetições, e parcelas com área total de 30 m<sup>2</sup>. Nas médias de 1987/88 a 1989/90, os sistemas III (7.547 kg ha<sup>-1</sup>) e V (7.739 kg ha<sup>-1</sup>) foram superiores para rendimento de grãos de milho, em relação aos sistemas II (6.923 kg ha<sup>-1</sup>) e IV (6.890 kg ha<sup>-1</sup>). Nas médias de 1991/92 a 1992/93 e de 1994/95 a 1995/96, não houve diferenças significativas para rendimentos de grãos de milho e de sorgo nos sistemas estudados. Milho e sorgo podem ser cultivados em rotação de culturas com ervilhaca, trigo, soja e aveia branca sem prejuízos quanto ao rendimento de grãos.

*Palavras-chave:* rotação de cultura, sucessão de cultura, rendimento, ervilhaca.

## YIELD OF CORN AND SORGHUM IN CROP ROTATION SYSTEMS

**ABSTRACT**- The importance of this research work results from the fact that relatively few studies on crop rotation systems involving corn crop are available. In a trial conducted from 1987/88 to 1995/96, in Passo Fundo, RS, Brazil, the yields of corn and sorghum grown in different crop rotation systems were studied. The following systems were evaluated: system I (wheat/soybean or wheat/soybean and common vetch/corn or sorghum); system II (wheat/soybean, black oats or white oats/soybean, and common vetch/corn or sorghum); system III (wheat/soybean, white oats/soybean, flax/soybean, and common vetch/corn or wheat/soybean, sunflower or black oats/soybean, white oats/soybean, and common vetch/corn or sorghum); system IV (wheat/soybean, wheat/soybean, black oats or white oats/soybean, and common vetch/corn or sorghum); and system V (wheat/soybean, wheat/soybean, white oats/soybean, flax/soybean, and common vetch/corn or wheat/soybean, wheat/soybean, sunflower or black oats/soybean, white oats/soybean, and common vetch/corn or sorghum). An experimental design of randomized blocks with three replications and plots measuring 30 m<sup>2</sup> was used. The means obtained from 1987/88 to 1989/90 for systems III (7,547 kg ha<sup>-1</sup>) and V (7,739 kg ha<sup>-1</sup>) showed higher yields of corn, as compared to systems II (6,923 kg ha<sup>-1</sup>) and IV (6,890 kg ha<sup>-1</sup>). The means from 1991/92 to 1992/93 and from 1994/95 to 1995/96 showed no significant differences between corn and sorghum yields in the systems under study. Corn and sorghum may be grown in crop rotation with common vetch, wheat, soybean, and white oats without negative impact on grain yield.

*Key words:* crop rotation, crop succession, yield, common vetch.

<sup>1</sup> Trabalho parcialmente realizado com recursos da FAPERGS.

<sup>2</sup> Bolsista CNPq-PQ, Eng. Agr., Dr., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT), Caixa Postal 451, 99001-970, Passo Fundo, RS, Brasil, hpsantos@cnppt.embrapa.br

<sup>3</sup> Eng. Agr., Dr., Embrapa-CNPT.

Recebido para publicação em 10-12-2001.

## INTRODUÇÃO

Pode-se dizer que há informações que permitem cultivar milho antecedido por culturas alternativas de inverno, em que estão incluídas espécies das famílias das crucíferas, das gramíneas e das leguminosas (HEINZMANN, 1985; DERPSCH et al., 1985; MONEGAT, 1991; AITA et al., 1994; PÖTTKER e ROMAN, 1994). Entre as culturas antecessoras (de inverno) ao milho, estão aveia preta, ervilhaca, chícharo, nabo-forrageiro, serradela, tremoço e outras (DERPSCH e CALEGARI, 1992), usadas com o objetivo de não deixar o solo descoberto, controlar plantas daninhas e doenças e, eventualmente, de incorporar nitrogênio ao solo, através da fixação biológica do N atmosférico. Porém, em sistemas de rotação de culturas envolvendo espécies de inverno e a cultura de milho, existem relativamente poucos trabalhos no Brasil (SANTOS et al., 1990; 1993).

Ao se estabelecer a espécie de cobertura de solo no inverno, é interessante visar ao retorno econômico da própria cultura, como produção de sementes ou pastejo e, também, ao fornecimento de nitrogênio para a cultura subsequente (DIDONET e SANTOS, 1996). Por outro lado, a rotação de culturas, composta tanto por espécies de inverno como de verão, pode contribuir para aumentar a estabilidade e o rendimento de grãos das culturas comerciais, dentre as quais o milho e o sorgo (DICK et al., 1985; LANGDALE et al., 1990; VARVEL, 1994). De acordo com esses mesmos autores, os melhores rendimentos de grãos de milho e de sorgo foram obtidos quando cultivados em rotação de culturas.

O efeito residual de culturas de cobertura de inverno e de adubação verde de verão foi estudado no Paraná por DERPSCH et al. (1985), onde os melhores rendimentos de grãos de milho foram obtidos após tremoço branco, ervilhaca peluda e nabo-forrageiro, e os piores após centeio, aveia preta e girassol. Em trabalhos desenvolvidos no Rio Grande do Sul, com diferentes espécies leguminosas (ervilhaca, serradela e tremoço) antecedendo a cultura de milho, em sistemas de rotação de culturas, não foram observadas diferenças significativas entre as médias para rendimento de grãos desse cereal, após essas culturas de cobertura de solo e de adubação verde

(SANTOS e PÖTTKER, 1990). SANTOS e PEREIRA (1994), no estado do Paraná, compararam o milho — plantado após leguminosas, em sistemas de rotação de culturas — e obtiveram diferenças significativas entre as médias para rendimento de grãos dessa gramínea. O rendimento de grãos de milho após resteva de ervilhaca foi superior ao obtido após tremoço.

Como existem poucos trabalhos e ainda dúvidas sobre o assunto, foi realizado este estudo, visando a avaliar o rendimento de grãos de milho e de sorgo, antecidos por ervilhaca, em sistemas de rotação de culturas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Embrapa Trigo, município de Passo Fundo, RS, de 1987/88 a 1995/96, em Latossolo Vermelho distrófico típico (BRASIL, 1973). A área experimental vinha sendo cultivada, anteriormente, com lavouras de trigo, no inverno, e de soja, no verão.

Os sistemas de rotação de culturas envolvendo a cultura de milho foram constituídos por: sistema I (trigo/soja, de 1987 a 1989, e trigo/soja e ervilhaca/ milho ou sorgo, de 1990 a 1995); sistema II (trigo/soja, aveia preta ou aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo); sistema III (trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho, de 1987 a 1989, e trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo, de 1990 a 1995); sistema IV (trigo/soja, trigo/soja, aveia preta ou aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo); e sistema V (trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho, de 1987 a 1989, e trigo/soja, trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo, de 1990 a 1995) (Tabela 1). As culturas de inverno foram estabelecidas com preparo convencional de solo (lavração com arado de discos e uma ou duas gradagens de discos); as de verão, em plantio direto. Nas safras de 1990/91 e de 1993/94, o milho não foi colhido em função da forte estiagem que ocorreu na região e, também, devido ao furto de todas as espigas por pessoas alheias ao quadro da empresa. Os híbridos de milho usados foram Ag 64A, em 1987, e XL 560, de 1988 a 1992; os de sorgo foram DK 861, em 1994, e DK 48, em 1995.

Em maio de 1987, antes da semeadura das culturas de inverno, a camada de solo 0-20 cm da área experimental foi amostrada, e os resultados das análises foram: pH = 5,6; Al trocável = 1,5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca + Mg trocáveis = 77,1 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; matéria orgânica = 35 g kg<sup>-1</sup>; P extraível = 18,5 mg kg<sup>-1</sup>; e K trocável = 106 mg kg<sup>-1</sup>. O solo dessa área foi submetido à correção de acidez com 4,0 t ha<sup>-1</sup> (PRNT 100%) de calcário, visando a elevar o pH a 6,0. Amostragens de solo para determinação dos níveis de nutrientes e do teor de matéria orgânica foram realizadas anualmente em todas as parcelas, após a colheita das culturas de inverno, na camada de 0 a 20 cm. A adubação de manutenção foi baseada nos resultados da análise química do solo na média de todas as parcelas. As culturas de inverno produtoras de grãos receberam, como adubação nitrogenada de cobertura, 20 kg ha<sup>-1</sup> (aveia branca) a 50 kg ha<sup>-1</sup> (linho e trigo) de N, na forma de uréia. Nesse período de estudo, na adubação de manutenção na cultura de milho ou de sorgo foram colocados, em média, 10 kg ha<sup>-1</sup> de N, 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Como o milho foi antecedido por ervilhaca, não foi colocada adubação nitrogenada de cobertura.

Tanto em milho como em sorgo, a semeadura, o controle de plantas daninhas e os tratamentos fitossanitários foram realizados conforme as respectivas recomendações para essas culturas (RECOMENDAÇÕES 1997). No controle de plantas daninhas de milho e de sorgo foi aplicado, na maioria dos anos, herbicida residual à base de atrazina. O tamanho das parcelas foi de 3 m de largura por 10 m de comprimento (30 m<sup>2</sup>). O rendimento de grãos foi determinado a partir da colheita manual de toda a parcela, sendo corrigido para 13 % de umidade. O milho foi estabelecido mantendo-se 90 cm entre as linhas, e o espaçamento do sorgo foi de 51 cm entre as linhas. A população de milho foi de aproximadamente 50.000 plantas por hectare, e a de sorgo de 160.000 a 180.000 plantas por hectare.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com três repetições. Foi efetuada a análise de variância (Tabela 2) do rendimento de grãos de milho (dentro de cada ano e na média conjunta dos anos, de 1987/88 a 1989/90 e de 1991/92 a 1992/93) e de sorgo (dentro de cada ano e na média conjunta dos anos, de 1994/95 e 1995/96). A análise

de variância conjunta foi aplicada a esses três períodos devido às alterações nas sucessões de culturas efetuadas nos sistemas II, III, IV e V, a partir de 1990. Considerou-se o efeito de tratamento (diferentes sistemas de rotação de culturas) como fixo, e o efeito do ano como aleatório. As médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Duncan, em nível de 5 %.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os rendimentos de grãos de milho (de 1987/88 a 1989/90) e de sorgo (de 1994/95 a 1995/96) foram influenciados pelo fator ano (Tabela 2), indicando que esses parâmetros foram afetados pelas variações climáticas ocorridas. SANTOS e PÖTTKER (1990), trabalhando com sistemas de rotação envolvendo a cultura de milho e leguminosas (ervilhaca, serradela e tremoço), durante cinco anos, obtiveram diferença significativa do efeito ano sobre rendimento de grãos de milho. O rendimento de grãos de milho, em 1991/92 e 1992/93, não foi influenciado pelo fator ano (Tabela 2).

Não se observaram interações ano x tratamentos em nenhum dos três períodos estudados (1987/88 a 1989/90, 1991/92 e 1992/93 e 1994/95 a 1995/96), para rendimento de grãos de milho e de sorgo. Isso foi verdadeiro na análise conjunta de 1991/92 e 1992/93, para a cultura de milho, e de 1994/95 e 1995/96, para a cultura de sorgo. SANTOS e PÖTTKER (1990), estudando sistemas de rotação envolvendo a cultura de milho e leguminosas, durante cinco anos, não observaram diferença significativa da interação ano x tratamentos, para rendimento de grãos de milho.

Na média conjunta dos anos 1987/88 a 1989/90 (Tabela 3), observaram-se diferenças significativas para rendimento de grãos de milho em virtude das culturas que o antecederam. O milho estabelecido nos sistemas compostos por trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho (sistema III - 7.547 kg ha<sup>-1</sup>) e por trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho (sistema V - 7.739 kg ha<sup>-1</sup>) apresentou rendimento de grãos mais elevado que nos compostos por trigo/soja, aveia preta/soja e ervilhaca/milho (sistema II - 6.923 kg ha<sup>-1</sup>) e por trigo/soja, trigo/soja, aveia preta/soja e ervilhaca/milho (sistema IV - 6.890 kg

ha<sup>-1</sup>) (Tabela 3). SANTOS e PEREIRA (1994), trabalhando com sistemas de rotação de culturas para milho, durante cinco anos, verificaram que o milho antecedido por ervilhaca (trigo/soja e ervilhaca/milho ou trigo/soja, linho/soja e ervilhaca/milho) produziu maior rendimento de grãos que o milho antecedido por tremoço (trigo/soja, aveia branca/soja, cevada/soja e tremoço/milho). No trabalho acima, a ervilhaca produziu mais matéria seca que o tremoço e, provavelmente, disponibilizou mais N no sistema.

Deve ser levado em conta que, na análise anual de 1987/88 a 1989/90, não houve significância entre as médias para rendimento de grãos de milho, porém esses resultados em valores absolutos foram mais elevados nos sistemas III e IV. Isso ficou mais evidente na análise conjunta desse período.

O consumo de água para o milho completar seu ciclo é de aproximadamente 571 mm (MATZENAUER, 1992). Contudo, a precipitação pluvial normal de Passo Fundo, RS, tem sido 1.000 mm (BRASIL, 1992). Pelo observado no decorrer dos anos de condução deste trabalho, a precipitação pluvial foi mal distribuída somente em fevereiro de 1987/88 (27 mm) e de 1990/91 (30 mm). Isso repercutiu na média de todos os tratamentos em 1987/88 (4.657 kg ha<sup>-1</sup>). Nesse primeiro período de estudo, o ano em que a produção de milho apresentou-se mais elevada foi 1989/90 (8.891 kg ha<sup>-1</sup>).

Como em todos os sistemas estudados, a cultura de milho foi antecedida por ervilhaca, e grande parte da explicação da diferença no rendimento de grãos pode estar relacionada com a segunda espécie que antecedeu o milho, nesse caso, a aveia preta [sistemas II (trigo/soja, aveia preta/soja e ervilhaca/milho) e IV (trigo/soja, trigo/soja, aveia preta/soja e ervilhaca/milho)]. Nesse período, foram usadas, na seqüência, duas culturas de cobertura de solo no inverno (aveia preta e ervilhaca), antecedendo milho (Tabela 1), em relação aos sistemas III (trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho) e V (trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho). Por sua vez, a palha remanescente de linho, que foi a segunda espécie nos sistemas que mais produziu, apresenta contribuição positiva no balanço de N ao mesmo, ou seja, de acordo com

ABRÃO e CANAL (1982), o linho, para produzir 1 t/ha de grãos, pode deixar no sistema 92 kg de N/ha. Desta maneira, pode ter havido um efeito diferenciado de todas as espécies que compuseram os sistemas de rotação de culturas, no desenvolvimento e acúmulo de N, pela ervilhaca que antecedeu a cultura de milho.

Na avaliação da quantidade de palha remanescente dos últimos três anos de condução do ensaio, na média dos tratamentos foram obtidos os seguintes resultados: aveia branca: 3,56 t/ha, em 1993, 4,62 t/ha, em 1994 e 4,07 t/ha, em 1995; aveia preta: 4,17 t/ha, em 1993, 4,10 t/ha, em 1994 e 4,16 t/ha, em 1995; e ervilhaca: 4,28 t/ha, em 1993, 5,91 t/ha, em 1994 e 3,46 t/ha, em 1995. Nesse período relatado acima, além de a aveia preta produzir menor quantidade de palha remanescente que a ervilhaca, incorporou menos N ao sistema (71 kg de N/ha, em 1993, e 70 kg de N/ha, em 1995), em relação à ervilhaca (160 kg de N/ha, em 1993, e 175 kg de N/ha, em 1995). Em ensaio próximo e dados de 1989, o linho apresentou como quantidade de palha remanescente 1,2 t/ha (ROMAN, 1990). Isso também foi observado visualmente no referido ensaio. Deve ser levado em consideração que nas culturas de cobertura não foi aplicada adubação de manutenção. Provavelmente, esta diferença pode estar relacionada com a cultura de linho que recebeu, além da adubação de manutenção, adubação nitrogenada de cobertura.

Por outro lado, como a cultura de milho foi antecedida por uma leguminosa, em todos os sistemas, optou-se por não colocar adubação nitrogenada de cobertura. No caso dos sistemas que continham aveia preta dois invernos antes, esta pode ter consumido parte do nitrogênio disponível no sistema, acarretando, com isso, diferenças entre os rendimentos de grãos de milho. Provavelmente, parte desse nitrogênio foi usada pelos microorganismos, na decomposição de restos culturais da aveia preta, como fonte de energia e também para a biossíntese (AITA et al., 1994). No trabalho desenvolvido por Aita et al. (1994), as leguminosas podem reciclar e incorporar ao sistema de 78 a 132 kg de N/ha, enquanto a aveia preta só recicla de 42 a 43 kg de N/ha. De acordo com PÖTTKER e ROMAN (1994), o balanço de nitrogênio em espécies que antecederam a cultura de milho mostram perdas de 14,9 a 22,7 kg de N/t

de matéria seca para aveia preta e ganhos de 7,3 a 16,2 kg de N/t de matéria seca para a ervilhaca.

Outra hipótese dessa diferença entre os rendimentos de grãos de milho, no período de 1987/88 a 1989/90, pode estar relacionada com a cultura de soja. De acordo com RODRIGUES et al. (1998), a soja, quando em situação de rendimento elevado, mais extrai que incorpora N ao sistema. De acordo com esses mesmos autores, a soja, para produzir 2.800 kg/ha, deixa no sistema um balanço negativo de até 50 kg/ha de N. Isso significa que, durante o seu ciclo, a soja pode reduzir o conteúdo de nitrogênio no sistema.

De 1991/92 a 1992/93, não houve diferenças significativas entre as médias anual e conjunta para rendimento de grãos de milho (Tabela 4). Nesse período, não havia aveia preta como cultura de cobertura de solo (Tabela 1). A precipitação pluvial em 1991/92 e 1992/93 foi bem distribuída (BRASIL, 1992). Pelo observado, nem as culturas em rotação a milho nem a precipitação pluvial interferiram no rendimento de grãos desse cereal. SANTOS e PÖTTKER (1990), trabalhando com sistemas de rotação de culturas — tais como trigo/soja, colza/soja, cevada/soja e tremoço ou serradela/milho; trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho; e trigo/soja, colza/soja, linho/soja e tremoço ou serradela/milho, de 1984/85 a 1987/89 — igualmente não encontraram diferenças significativas entre os rendimentos de grãos de milho.

De 1994/95 a 1995/96, não houve diferenças significativas entre as médias para rendimento de grãos de sorgo (Tabela 5). As culturas em rotação ao sorgo não influenciam o rendimento de grãos desse cereal. No trabalho conduzido por LANGDALE et al. (1990), nos Estados Unidos da América, durante oito anos, foram encontradas diferenças significativas entre o rendimento de grãos de sorgo (sistemas I: soja, sorgo, soja e sorgo; sistema II: soja, soja, sorgo e soja; sistema III: soja, soja, sorgo e sorgo; sistema IV: sorgo, sorgo, soja e soja; sistema V: sorgo, sorgo, sorgo e soja; sistema VI: sorgo, sorgo, soja e sorgo; e sistema VII: sorgo, soja, sorgo e soja) a favor da rotação de culturas, em comparação com a monocultura dessa cultura (sorgo).

Nos dois anos de estudos, o rendimento de grãos de sorgo em todos sistemas foi relativamente

próximo; daí não haver diferenças significativas na média conjunta dos anos. No ano 1994/95, quando a precipitação pluvial foi bem distribuída, os rendimentos de grãos de sorgo foram bons (8.640 kg ha<sup>-1</sup>), enquanto os baixos rendimento de grãos de 1995/96 (4.942 kg ha<sup>-1</sup>) podem ser explicados, em parte, pela estiagem do mês de dezembro (32 mm) (BRASIL, 1992). Dessa forma, a falta de umidade no solo afetou todos os sistemas estudados. De acordo com ASSIS e VERONA (1991), o sorgo consome em torno de 460 mm de água para completar seu ciclo.

No caso do rendimento de grãos de sorgo, os sistemas III e V tinham a aveia preta como cultura de cobertura de solo. Só que, nesse caso, a aveia preta foi a terceira espécie que antecedeu o sorgo (Tabela 1). Pelo visto, isso não foi tão importante como no primeiro período de estudo.

De 1987/88 a 1989/90, a cultura de milho apresentou valor mais elevado no último ano (média dos tratamentos: 8.891 kg ha<sup>-1</sup>). Esse valor foi o mais elevado nos dois períodos estudados com milho (Tabelas 3 e 4). No período de 1991/92 a 1992/93, não houve diferenças significativas entre os anos estudados (Tabela 4). Em 1994/95, a cultura de sorgo apresentou, em média, rendimento de grãos mais elevado (média dos tratamentos: 8.640 kg ha<sup>-1</sup>) que em 1995/96 (média dos tratamentos: 4.942 kg ha<sup>-1</sup>) (Tabela 5). O sorgo foi semeado tardiamente por causa do período seco que ocorreu em outubro e novembro de 1995.

## CONCLUSÕES

Milho e sorgo podem ser cultivados, sem diferenças significativas no rendimento de grãos, nos diferentes sistemas de rotação de culturas (I: trigo/soja e ervilhaca/milho ou sorgo; II: trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo; III: trigo/soja, girassol, aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo; IV: trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo; e V: trigo/soja, trigo/soja, girassol, aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo) recomendados para a Região Sul do Brasil.

O rendimento de grãos de milho, cultivados imediatamente após ervilhaca, são afetados pela segunda espécie (aveia preta) que antecedeu esta gramínea.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRÃO, J.J.R.; CANAL, I.N. Adubação e calagem na cultura do linho (*Linum usitatissimum* L.) In: FECOTRIGO (Cruz Alta, RS). **Contribuição do Centro de Experimentação e Pesquisa a I Reunião Estadual de Pesquisa e Assistência Técnica do Linho**. Cruz Alta, 1982. p.19-44.
- AITA, C.; CERETTA, C.A.; THOMAS, A.L., et al. Espécies de inverno como fonte de nitrogênio para milho no sistema de cultivo mínimo e feijão em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, n.1, p.101-108, 1994.
- ASSIS, F.N.; VERONA, L.A.F. Consumo de água e coeficiente de cultura do sorgo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.5, p.665-670, maio 1991.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. 431p. (Boletim Técnico, 30).
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas (1961-1990)**. Brasília, 1992. 84p.
- DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno**. Londrina: IAPAR, 1992. 80p. (IAPAR. Circular, 73).
- DERPSCH, R.; SIDIRAS, N.; HEINZMANN, F.X. Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n.7, p.761-773, jul. 1985.
- DIDONET, A.D.; SANTOS, H.P. dos. Sustentabilidade: manejo de nitrogênio no sistema de produção. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHÃO, 41., REUNIÃO TÉCNICA DO SORGO, 24., 1996, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1996. p.236-240.
- DICK, W.A.; VAN DOREN JUNIOR, D.M. Continuous tillage and rotation combination effects on corn, soybean, and oat yields. **Agronomy Journal**, Madison, v.77, n.3, p.459-465, 1985.
- 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.
- LANGDALE, G.W.; WILSON JUNIOR, R.L.; BRUCE, R.R. Cropping frequencies to sustain long-term conservation tillage systems. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.54, n.1, p.193-198, 1990.
- 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.
- MONEGAT, C. **Plantas de cobertura do solo: características e manejo em pequenas propriedades**. Chapecó: Ed. Autor, 1991. 337p.
- PÖTTKER, D.; ROMAN, E.S. Efeito de resíduos de culturas e do pousio de inverno sobre a resposta do milho a nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.5, p.763-770, maio 1994.
- RECOMENDAÇÕES técnicas para a cultura do milho no RS. Porto Alegre: FEPAGRO/EMATER-RS/FECOTRIGO, 1997. 140p. (Programa Multiinstitucional de Difusão de Tecnologia em Milho. Boletim Técnico, 4).
- RODRIGUES, O.; DIDONET, A.D.; LHAMBY, J.C.B., et al. 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. Effect of cover crops on the development of weeds. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON CONSERVATION TILLAGE SYSTEMS, 1990, Passo Fundo. **Conservation tillage for subtropical area**. Passo Fundo: CIDA/EMBRAPA-CNPT, 1990. p.258-262.
- SANTOS, H.P. dos; PEREIRA, L.R. Rotação de culturas em Guarapuava XIV. Efeitos de sistemas de sucessão de culturas de inverno sobre algumas características agronômicas de milho, em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.11, p.1691-1699, nov. 1994.
- SANTOS, H.P. dos; PÖTTKER, D. Rotação de cultu-

## RENDIMENTO DE GRÃOS DE MILHO E DE SORGO EM SISTEMAS DE ROTAÇÃO DE CULTURAS

ras. XX. Efeito de leguminosas de inverno sobre o rendimento de grãos e sobre algumas características agronômicas do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.11, p.1647-1654, nov. 1990.

SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M.; DERPSCH, R. Rotação de culturas. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT/

FUNDACEP FECOTRIGO/Fundação ABC/Aldeia Norte, 1993. p.85-103.

SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M., PÖTTKER, D. **Culturas de inverno para plantio direto no Sul do Brasil**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1990. 24p. (EMBRAPA-CNPT. Circular Técnica, 3).

VARVEL, G.E. Monoculture and rotation system effects on precipitation use efficiency of corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.86, n.1, p.204-208, 1994.

**TABELA 1 - Sistemas de rotação de culturas com espécies de inverno e de verão. Passo Fundo, RS**

Sistema de rotação	Ano								
	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Sistema I	T/S	T/S	T/S	E/M	T/S	E/M	T/S	E/So	T/S
				T/S	E/M	T/S	E/M	T/S	E/So
Sistema II	T/S	Ap/S	E/M	T/S	Ab/S	E/M	T/S	Ab/S	E/So
	Ap/S	E/M	T/S	Ab/S	E/M	T/S	Ab/S	E/So	T/S
	E/M	T/S	Ap/S	E/M	T/S	Ab/S	E/M	T/S	Ab/S
Sistema III	T/S	Ab/S	L/S	E/M	T/S	Gir	Ab/S	E/So	T/S
	Ab/S	L/S	E/M	T/S	Gir	Ab/S	E/M	T/S	Ap/S
	L/S	E/M	T/S	Gir	Ab/S	E/M	T/S	Ap/S	Ab/S
	E/M	T/S	Ab/S	Ab/S	E/M	T/S	Ap/S	Ab/S	E/So
Sistema IV	T/S	T/S	Ap/S	E/M	T/S	T/S	Ab/S	E/So	T/S
	T/S	Ap/S	E/M	T/S	T/S	Ab/S	E/M	T/S	T/S
	Ap/S	E/M	T/S	T/S	Ab/S	E/M	T/S	T/S	Ab/S
	E/M	T/S	T/S	Ab/S	E/M	T/S	T/S	Ab/S	E/So
Sistema V	T/S	T/S	Ab/S	Ab/S	E/M	T/S	T/S	Ap/S	Ab/S
	T/S	Ab/S	L/S	E/M	T/S	T/S	Ap/S	Ab/S	E/So
	Ab/S	L/S	E/M	T/S	T/S	Gir	Ab/S	E/So	T/S
	L/S	E/M	T/S	T/S	Gir	Ab/S	E/M	T/S	T/S
	E/M	T/S	T/S	Gir	Ab/S	E/M	T/S	T/S	Ap/S

Ab = aveia branca; Ap = aveia preta; E = ervilhaca; Gir = girassol; L = linho; M = milho; P = pousio de inverno; S = soja; So = sorgo; e T = trigo.

**TABELA 2 - Significância do teste F para rendimento de grãos de milho (de 1987/88 a 1989/90 e de 1991/92 a 1992/93) e de sorgo (de 1994/95 a 1995/96). Passo Fundo, RS**

Característica agrônômica	Ano	Cultura antecessora	Ano x cultura antecessora
Rendimento de grãos de milho (kg ha <sup>-1</sup> ) (1987 a 1989)	**	*	ns
Rendimento de grãos de milho (kg ha <sup>-1</sup> ) (1991 a 1992)	ns	ns	ns
Rendimento de grãos de sorgo (kg ha <sup>-1</sup> ) (1994 a 1995)	**	ns	ns

ns: não significativo.

\*: significativo a 5 %.

\*\* : significativo a 1 %.

**TABELA 3 - Rendimento de grãos de milho cultivado em diferentes sistemas de rotação de culturas de 1987/88 a 1989/90. Passo Fundo, RS**

Sistema de rotação	Ano			
	1987/88	1988/89	1989/90	Média
Milho após ervilhaca:				kg ha <sup>-1</sup>
Sistema II	4.262	7.824	8.684	6.923 b
Sistema III	4.709	8.767	9.164	7.547 a
Sistema IV	4.629	7.620	8.422	6.890 b
Sistema V	5.026	8.900	9.292	7.739 a
Média	4.657 C	8.278 B	8.891 A	7.274
C.V. (%)	19	10	8	-
F. tratamentos	0,4ns	1,8ns	1,1ns	8,9*

Sistema II: trigo/soja, aveia preta/soja e ervilhaca/milho.

Sistema III: trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho.

Sistema IV: trigo/soja, trigo/soja, aveia preta/soja e ervilhaca/milho.

Sistema V: trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho.

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não apresentam diferenças significativas, em nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Duncan.

ns: não significativo.

\*: nível de significância de 5 %.



RENDIMENTO DE GRÃOS DE MILHO E DE SORGO EM SISTEMAS DE ROTAÇÃO DE CULTURAS

**TABELA 4 - Rendimento de grãos de milho cultivado em diferentes sistemas de rotação de culturas de 1991/92 a 1992/93. Passo Fundo, RS**

Sistema de rotação	Ano		Média
	1991/92	1992/93	
Milho após ervilhaca:		kg ha <sup>-1</sup>	
Sistema I	7.471	8.143	7.807 a
Sistema II	7.351	7.654	7.502 a
Sistema III	7.946	8.259	8.103 a
Sistema IV	7.260	8.806	8.033 a
Sistema V	7.931	8.009	7.970 a
Média	7.592 A	8.174 A	7.883
C.V. (%)	12	17	-
F. tratamentos	0,4ns	0,3ns	0,4ns

Sistema I: trigo/soja e ervilhaca/milho.

Sistema II: trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

Sistema III: trigo/soja, girassol, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

Sistema IV: trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

Sistema V: trigo/soja, trigo/soja, girassol, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não apresentam diferenças significativas, em nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Duncan.

ns: não significativo.

**TABELA 5 - Rendimento de grãos de sorgo cultivado em diferentes sistemas de rotação de culturas de 1994/95 a 1995/96. Passo Fundo, RS**

Sistema de rotação	Ano		Média
	1994/95	1995/96	
Sorgo após ervilhaca:		kg ha <sup>-1</sup>	
Sistema I	9.092	4.756	6.924 a
Sistema II	7.893	4.411	6.152 a
Sistema III	9.421	5.285	7.353 a
Sistema IV	8.485	4.720	6.602 a
Sistema V	8.308	5.540	6.924 a
Média	8.640 A	4.942 B	6.791
C.V. (%)	10	18	-
F. tratamentos	1,5ns	0,8ns	0,7ns

Sistema I: trigo/soja e ervilhaca/sorgo.

Sistema II: trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/sorgo.

Sistema III: trigo/soja, aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/sorgo.

Sistema IV: trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/sorgo.

Sistema V: trigo/soja, trigo/soja, aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/sorgo.

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não apresentam diferenças significativas, em nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Duncan.

ns: não significativo.