



## **Avaliação de sistemas de rotação de culturas sobre o rendimento de grãos e características agrônômicas de trigo**

Henrique Pereira dos Santos<sup>1</sup>, Renato Serena Fontaneli<sup>2</sup>, Eduardo Caierão<sup>3</sup>, Geizon Dreon<sup>4</sup> e Cedenir Medeiros Scheer<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Eng. Agrôn., Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, 99001-970 Passo Fundo, RS, Brasil. Bolsista CNPq-PQ. E-mail: hpsantos@cnpt.embrapa.br. <sup>2</sup>Eng. Agrôn., Embrapa Trigo e Professor Titular da FAMV/UPF. E-mail: renatof@cnpt.embrapa.br. <sup>3</sup>Eng. Agrôn., Embrapa Trigo. E-mail: caierao@cnpt.embrapa.br. <sup>4</sup>Acadêmico de Agronomia da UPF/FAMV, Passo Fundo, RS. Bolsista de Iniciação Científica - CNPq, na Embrapa Trigo. E-mail: geizon\_dreon@hotmail.com. <sup>5</sup>Téc. Agric., Embrapa Trigo. E-mail: cedenir@cnpt.embrapa.br.

Para minimizar a degradação do solo e tornar viável o cultivo das espécies indica-se o manejo conservacionista que demanda menor revolvimento de solo possível, aliado a manutenção da cobertura com palha. Desta forma, esses sistemas, podem afetar positivamente os atributos químicos, físicos e biológicos do solo com reflexo no rendimento de grãos das espécies (Da Ros et al., 1997; Franchini et al., 2000). Existem relativamente poucos trabalhos de longa duração, envolvendo espécies tanto de inverno como de verão, manejados sob diferentes sistemas de rotação de culturas (Hernández, et al., 1995; Fontaneli et al., 2000). O presente trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos de sistemas de rotação de culturas no rendimento de grãos e características agrônômicas de trigo.

O ensaio foi instalado na Embrapa Trigo, no município de Passo Fundo, RS, desde abril de 1986, em solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico (Streck et al. 2008). Os resultados apresentados, nesse trabalho são os de 2003 a 2010.

Foi usado delineamento experimental de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e três repetições. A parcela principal foi constituída pelos tipos de manejo de solo, e as subparcelas, pelos sistemas de rotação de culturas. A parcela principal media 360 m<sup>2</sup> (4 m de largura por 90 m de comprimento), e a subparcela, 40 m<sup>2</sup> (4 m de largura por 10 m de comprimento). Os tratamentos foram constituídos por quatro tipos de manejo de solo — 1) sistema plantio direto, 2) cultivo mínimo, 3) preparo convencional de solo com arado de discos mais grade de discos e 4) preparo convencional de solo com arado de aivecas mais grade de discos — e por três sistemas de rotação de culturas: sistema I (trigo/soja), sistema II (trigo/soja e ervilhaca/milho ou sorgo) e sistema III (trigo/soja, aveia preta ou aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo). As cultivares de trigo usadas foram BRS 179, em 2003, BRS Angico, em 2004, BRS Louro, em 2005, 2006 e 2008, BRS Guamirim, em 2007, 2009 e 2010. No presente trabalho serão abordados os dados sobre sistemas de rotação de culturas.

A semeadura, o controle de plantas daninhas e os tratamentos fitossanitários foram realizados conforme indicação para cada cultura, e a colheita de grãos foi efetuada com colhedora especial para parcelas experimentais. Foram efetuadas as seguintes determinações: população final de plantas, massa do hectolitro, rendimento de grãos (com umidade corrigida para 13%), massa de 1.000 grãos e índice de colheita.

A avaliação do grau de severidade de doenças do sistema radicular de trigo (mal-do-pé, causado por *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*, e podridão-comum, causada por *Bipolaris*



sorokiniiana) foi realizada de acordo com o método descrito por Reis et al. (1985). Os dados originais foram transformados em arco seno  $\sqrt{x}$ .

Foi efetuada análise de variância individual do rendimento de grãos, de características agrônomicas e da severidade de doenças do sistema radicular de trigo (dentro de cada ano e a análise conjunta dos anos de 2003 a 2010). Considerou-se o efeito tratamento (diferentes sistemas de rotação de culturas) como fixo, e o efeito ano, como aleatório. As médias foram comparadas entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade, utilizando-se o pacote estatístico SAS versão 8.2 (Sas, 2004).

No período de 2003 a 2010, a severidade das doenças do sistema radicular, o rendimento de grãos, a população final de plantas, a massa de 1.000 grãos, a massa do hectolitro e o índice de colheita de trigo de todos os anos estudados e na média desses anos (tabelas 1 e 2) mostraram diferenças entre os sistemas de rotação de culturas.

A maior severidade de doenças do sistema radicular do trigo ocorreu nos anos de 2008 e 2010 (Tabela 1). Em 2003, 2005 e 2007, não houve diferença para a severidade das doenças do sistema radicular entre os sistemas de rotação de culturas (Tabela 1). Porém, nos demais anos estudados e na média dos anos, o sistema I (monocultura de trigo), mostrou a menor severidade das doenças do sistema radicular de trigo, do que os sistemas II e III (sistemas com rotação de culturas).

O trigo cultivado no sistema III (dois invernos sem trigo), mostrou maior rendimento de grãos, na maioria dos anos e na média conjunta nos anos, em comparação com o trigo cultivado nos sistemas I (monocultura de trigo) e II (um inverno sem trigo) (Tabela 1). Em 2007, 2009 e 2010, o trigo cultivado após sorgo (sistema II) apresentou rendimento de grãos intermediário entre a monocultura desse cereal e rotação de dois invernos sem trigo. Como nesse sistema havia um inverno de rotação, era esperado que o rendimento de grãos fosse semelhante ao de trigo com dois invernos de rotação, conforme observado em estudos com sistemas de rotação para essa espécie desenvolvidos por Santos et al. (1996), em Guarapuava, PR e Santos et al. (1998), em Passo Fundo, RS, nos quais foram comparados vários sistemas de rotação de culturas contra estudos com a monocultura desse cereal.

Maior valor médio de rendimento de grãos de trigo para todos os sistemas de rotação de culturas foi observado no ano de 2003 ( $4.086 \text{ kg ha}^{-1}$ ) (Tabela 1), enquanto o menor rendimento de grãos ocorreu no ano de 2007 ( $1.330 \text{ kg ha}^{-1}$ ).

O trigo cultivado nos sistemas II e III mostraram maior população final de plantas de trigo, na maioria dos anos e na média conjunta dos anos, em relação ao trigo cultivado no sistema I (Tabela 1).

A massa de 1.000 grãos, na maioria dos anos, no trigo cultivado nos sistemas II e III foram superiores ao trigo cultivado no sistema I (Tabela 2). Porém, na média conjunta dos anos, o trigo cultivado no sistema III mostrou maior massa de 1.000 grãos do que o trigo cultivado nos sistemas I e II.

A massa do hectolitro, em alguns anos e na média conjunta dos anos foi mais elevada, no trigo cultivado no sistema III, em comparação ao trigo cultivado nos sistemas I e II (Tabela 2). Porém, em 2009 e 2010, a menor massa do hectolitro ocorreu nos sistema I. A maior massa do hectolitro foi registrada no ano de 2003 (80 kg/hl).



Na maioria dos anos, não houve diferença para os valores de índice de colheita do trigo (Tabela 2). Na média conjunta dos anos o trigo cultivado no sistema III mostrou maior índice de colheita do que o trigo cultivado, nos sistemas I e II.

A rotação de culturas com dois invernos (trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/sorgo) propicia maior rendimento de grãos, massa de 1.000 grãos, massa do hectolitro e índice de colheita de trigo, em relação à monocultura (trigo/soja) e um inverno sem trigo (trigo/soja e ervilhaca/sorgo). A severidade de doenças do sistema radicular é menor em monocultura do que em rotação de culturas por um ou dois invernos sem trigo, enquanto que para população final de plantas isso foi ao contrário.



**Tabela 1.** Efeito de sistemas de rotação de culturas na severidade de doenças do sistema radicular, no rendimento de grãos e na população final de plantas de trigo. Em 2003, cultivar BRS 179, em 2004, cultivar BRS Angico, em 2005, 2006 e 2008, cultivar BRS Louro, em 2007, 2009 e 2010, cultivar BRS Guamirim. Passo Fundo (RS).

| Ano   | Sistema de rotação de culturas |                                      |   | Média    |
|---|--------------------------------|--------------------------------------|---|----------|
|   | Monocultura<br>(sistema I)     | Um inverno sem trigo<br>(sistema II) | Dois invernos<br>sem trigo<br>(sistema III) |          |
| Severidade de doenças do sistema radicular de trigo (%) |                                |                                      |   |          |
| 2003  | 46 A                           | 47 A                                 | 46 A  | 46 ab    |
| 2004  | 42 B                           | 46 A                                 | 48 A  | 45 ab    |
| 2005  | 34 A                           | 36 A                                 | 37 A  | 36 c     |
| 2006  | 37 B                           | 45 A                                 | 45 A  | 43 b     |
| 2007  | 42 A                           | 42 A                                 | 44 A  | 43 b     |
| 2008  | 48 B                           | 52 A                                 | 52 A  | 51 a     |
| 2009  | 32 B                           | 39 A                                 | 37 AB                                       | 36 c     |
| 2010  | 47 B                           | 52 A                                 | 53 A  | 51 a     |
| Média   | 41 B                           | 45 A                                 | 46 A  | 44       |
| Rendimento de grãos de trigo (kg ha)                    |                                |                                      |   |          |
| 2003  | 3.677 B                        | 4.356 A                              | 4.225 A                                     | 4.086 a  |
| 2004  | 3.266 B                        | 3.126 B                              | 3.512 A                                     | 3.301 c  |
| 2005  | 3.471 B                        | 4.093 A                              | 3.935 A                                     | 3.833 ab |
| 2006  | 3.463 B                        | 3.492 B                              | 4.046 A                                     | 3.668 b  |
| 2007  | 919 C                          | 1.234 B                              | 1.809 A                                     | 1.330 e  |
| 2008  | 3.100 B                        | 2.718 C                              | 3.454 A                                     | 3.091 c  |
| 2009  | 1.127 C                        | 2.587 B                              | 3.551 A                                     | 2.421 d  |
| 2010  | 2.990 C                        | 3.968 B                              | 4.698 A                                     | 3.886 ab |
| Média   | 2.752 C                        | 3.200 B                              | 3.654 A                                     | 3.202    |
| População final de plantas de trigo/m <sup>2</sup>      |                                |                                      |   |          |
| 2003  | 320 A                          | 338 A                                | 348 A                                       | 336 c    |
| 2004  | 215 B                          | 218 B                                | 241 A                                       | 225 e    |
| 2005  | 262 A                          | 256 A                                | 271 A                                       | 264 de   |
| 2006  | 269 A                          | 268 A                                | 273 A                                       | 270 d    |
| 2007  | 270 B                          | 323 A                                | 335 A                                       | 312 c    |
| 2008  | 377 A                          | 389 A                                | 423 A                                       | 397 b    |
| 2009  | 219 B                          | 428 A                                | 375 A                                       | 341 c    |
| 2010  | 523 A                          | 565 A                                | 502 A                                       | 531 a    |
| Média   | 307 B                          | 349 A                                | 346 A                                       | 334      |

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



**Tabela 2.** Efeito de sistemas de rotação de culturas sobre a massa de 1.000 grãos, massa do hectolitro e índice de colheita. Em 2003, cultivar BRS 179, em 2004, cultivar BRS Angico, em 2005, 2006 e 2008, cultivar BRS Louro, em 2007, 2009 e 2010, cultivar BRS Guamirim. Passo Fundo (RS).

| Ano                         | Sistema de rotação de culturas |                                      |   | Média    |
|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|---|----------|
|                             | Monocultura<br>(sistema I)     | Um inverno sem trigo<br>(sistema II) | Dois invernos<br>sem trigo<br>(sistema III) |          |
| Massa de 1.000 grãos (g)    |                                |                                      |   |          |
| 2003                        | 37,93 A                        | 37,97 A                              | 37,56 A                                     | 37,82 b  |
| 2004                        | 30,93 A                        | 31,14 A                              | 31,06 A                                     | 31,03 c  |
| 2005                        | 32,10 A                        | 32,35 A                              | 31,65 A                                     | 32,03 c  |
| 2006                        | 30,68 B                        | 31,31 A                              | 31,48 A                                     | 31,16 c  |
| 2007                        | 38,14 A                        | 38,33 A                              | 38,18 A                                     | 38,22 b  |
| 2008                        | 26,31 A                        | 26,57 A                              | 27,85 A                                     | 26,91 d  |
| 2009                        | 27,12 C                        | 30,37 B                              | 35,75 A                                     | 31,08 c  |
| 2010                        | 38,68 A                        | 39,65 A                              | 42,60 A                                     | 40,31 a  |
| Média                       | 32,74 B                        | 33,45 B                              | 34,51 A                                     | 33,57    |
| Massa do hectolitro (kg/hl) |                                |                                      |   |          |
| 2003                        | 79 A                           | 81 A                                 | 80 A  | 80 a     |
| 2004                        | 79 B                           | 79 B                                 | 80 A  | 79 ab    |
| 2005                        | 75 B                           | 76 AB                                | 77 A  | 76 bc    |
| 2006                        | 78 A                           | 78 A                                 | 78 A  | 78 ab    |
| 2007                        | 68 B                           | 68 B                                 | 70 A  | 69 d     |
| 2008                        | 74 A                           | 75 A                                 | 74 A  | 74 c     |
| 2009                        | 66 C                           | 72 B                                 | 74 A  | 70 d     |
| 2010                        | 72 C                           | 74 B                                 | 76 A  | 74 c     |
| Média                       | 74 B                           | 74 B                                 | 76 A  | 75       |
| Índice de colheita (%)      |                                |                                      |   |          |
| 2003                        | 0,44 A                         | 0,44 A                               | 0,46 A                                      | 0,45 bc  |
| 2004                        | 0,67 A                         | 0,58 A                               | 0,63 A                                      | 0,63 a   |
| 2005                        | 0,37 A                         | 0,39 A                               | 0,36 A                                      | 0,38 d   |
| 2006                        | 0,45 A                         | 0,44 A                               | 0,45 A                                      | 0,45 bc  |
| 2007                        | 0,38 A                         | 0,38 A                               | 0,46 A                                      | 0,41 cd  |
| 2008                        | 0,49 A                         | 0,41 A                               | 0,53 A                                      | 0,48 b   |
| 2009                        | 0,21 B                         | 0,38 A                               | 0,45 A                                      | 0,35 d   |
| 2010                        | 0,39 B                         | 0,42 A                               | 0,43 A                                      | 0,42 bcd |
| Média                       | 0,43 B                         | 0,43 B                               | 0,47 A                                      | 0,44     |

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



## Referências

- DA ROS, C. O.; SECCO, D.; FIORIN, J. E.; PETRERE, C.; CADORE, M. A.; PASA, L. Manejo do solo a partir de campo nativo: efeito sobre a forma e estabilidade da estrutura ao final de cinco anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 241-247, 1997.
- 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 de inverno, em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 11, p. 2129-2137, 2000.
- FRANCHINI, J. C.; BORKERT, C. M.; FERREIRA, M. M.; GAUDÊNCIO, C. A. Alterações na fertilidade do solo em sistemas de rotação de culturas em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 459-467, 2000.
- HERNÁNZ, J. L.; GIRÓN, V. S.; CERISOLA, C. Long-term energy use and economic evaluation of three tillage systems for cereal and legume production in central Spain. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 35, n. 4, p. 183-198, 1995.
- REIS, E. M.; SANTOS, H. P. dos; PEREIRA, L. R. Rotação de culturas. IV. Efeito sobre o mosaico e doenças radiculares do trigo em 1983. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 10, n. 3, p. 637-642, 1985.
- SAS Institute. **SAS system for Microsoft Windows version 8.2**. Cary, 2004.
- SANTOS, H. P. dos; LHAMBY, J. C. B.; PRESTES, A. M.; REIS, E. M. Características agronômicas e controle de doenças radiculares de trigo, em rotação com outras culturas de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 33, n. 3, p. 277-288, mar. 1998.
- SANTOS, H. P. dos; REIS, E. M.; LHAMBY, J. C. B.; WOBETO, C. Efeito da rotação de culturas sobre o trigo, em sistema plantio direto, em Guarapuava, PR. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 4, p. 259-267, 1996.
- STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C. do; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. rev. ampl. Porto Alegre: EMATER-RS; 2008. 222 p.