

# EFEITO DA ROTAÇÃO DE CULTURAS NO RENDIMENTO DE GRÃOS E NA SEVERIDADE DE DOENÇA DO SISTEMA RADICULAR DE TRIGO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO<sup>1</sup>

HENRIQUE PEREIRA DOS SANTOS<sup>2</sup>, ANTONIO LUIZ FANCELLI<sup>3</sup>, ERLEI MELO REIS<sup>4</sup>  
e JULIO CESAR BARRENECHE LHAMBY<sup>2</sup>

RESUMO - Durante cinco anos, foram avaliados, na Cooperativa Agrária Mista Entre Rios Ltda., Guarapuava, PR, Brasil, os efeitos de sistemas de rotação de culturas no rendimento de grãos e na severidade de doenças do sistema radicular de trigo. Os tratamentos constaram de quatro sistemas de rotação para trigo: 1) monocultura; 2) rotação, com um inverno sem trigo; 3) rotação, com dois invernos sem trigo; 4) rotação, com três invernos sem trigo. Utilizou-se, no experimento, o delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições e parcelas com área útil de 60 m<sup>2</sup>. A severidade de doenças do sistema radicular na monocultura de trigo (33 %), em plantio direto, foi superior à das rotações com um (12 %), com dois (9 %) e com três invernos sem trigo (11 %). Na análise conjunta dos dados, em relação ao rendimento de grãos, os sistemas estudados equivaleram-se entre si.

Termos para indexação: aveia, ervilhaca, cevada.

## EFFECT OF CROP ROTATION ON GRAIN YIELD AND ON THE SEVERITY OF WHEAT ROOT DISEASES, UNDER NO-TILLAGE SYSTEM

ABSTRACT - During five years, at the Cooperativa Agrária Mista Entre Rios Ltda., in Guarapuava, PR, Brazil, the effects of some crop rotation systems on grain yield and on the severity of wheat root diseases were assessed. Four rotation systems for wheat were studied: 1) monoculture; 2) rotation of one winter without wheat; 3) rotation of two winters without wheat; 4) rotation of three winters without wheat. A randomized complete block design with four replications and plots with 60 m<sup>2</sup> was used. The severity of wheat root diseases in monoculture (33 %), under no-tillage, was higher than the one found in rotation with one (12 %), two (9 %), and three winters wheat (11 %).

Index terms: oats, barley, commom vetch.

## INTRODUÇÃO

A rotação e a sucessão de culturas apresentam várias opções de uso, que vão desde cultivos intercalares de espécies suscetíveis com espécies resistentes a certas doenças ou pragas, a cultivos alternados de espécies que tendem a exaurir o solo com

culturas que contribuem para melhorar sua fertilidade (Derpsch, 1985; Santos, 1990). Desta forma, a rotação de culturas visa, acima de tudo, propiciar a estabilidade de rendimento de grãos das espécies e proporcionar segurança ao produtor na sustentabilidade da exploração agrícola.

No Canadá, Ledingham (1961), após cinco anos de estudo, constatou valores mais elevados de podridão-comum (causada por *Bipolaris sorokiniana*) em monocultura de trigo do que com um inverno, com dois invernos, com três invernos e com cinco invernos sem esse cereal. Slope et al. (1973), na Inglaterra, com diferentes sistemas de rotação de culturas, encontraram diferenças para o mal-do-pé (causado por *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*) entre a monocultura de trigo, em relação a dois in-

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 5 de junho de 1995.

<sup>2</sup> Eng. Agr., Dr., EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT), Caixa Postal 569, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS.

<sup>3</sup> Eng. Agr., Dr., USP-ESALQ, Caixa Postal 9, CEP 13400-000 Piracicaba, SP.

<sup>4</sup> Eng. Agr., Ph.D., UPF-FA, Caixa Postal 566, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS.

vernos sem essa gramínea. Quanto ao rendimento de grãos, os mesmos autores observaram menores valores na monocultura, em comparação com dois anos de rotação, no inverno. No Canadá, Sturz & Bernier (1989) verificaram diferenças significativas para o rendimento de grãos entre a monocultura de trigo e um inverno sem trigo, alternado por colza ou por linho.

No Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, Pereira et al. (1984), em sistema de rotação em plantio com preparo convencional de solo, tanto no inverno como no verão, verificaram que a simples alternância de trigo com cevada propiciou melhores rendimentos de grãos do que quando cultivou-se trigo em monocultura. Santos et al. (1990), em plantio com preparo convencional, no inverno, e em plantio direto, no verão, no mesmo Estado, observaram que, nos sistemas de rotações com três e com dois invernos sem trigo, o rendimento de grãos foi superior ao da monocultura desse cereal. A severidade das doenças do sistema radicular de trigo diminuiu, à medida que aumentou-se o período de rotação.

Deve ser levado em consideração que os efeitos da rotação de culturas ficam mais bem demonstrados em anos desfavoráveis, ou seja, excesso de precipitação pluvial e temperaturas relativamente elevadas, em relação à normal, durante quase todo o ciclo da cultura. Reis et al. (1983), comparando a monocultura de trigo com um ou com dois invernos de intervalo, em ano considerado satisfatório e normal para a cultura, verificaram que as doenças do sistema radicular foram controladas pelo uso de dois invernos de rotação de culturas. A eficiência da rotação de culturas com espécies não suscetíveis foi notadamente marcante em 1982, ano mais úmido e, portanto, mais adverso à cultura do que o de 1981, este considerado propício ao desenvolvimento de trigo. Em 1981, no período de junho a novembro, houve precipitação pluvial total de 665 mm, ao passo que, no mesmo período de 1982, foram constatados 1.331 mm, sendo a precipitação normal para a região correspondente a 994 mm.

Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da rotação de culturas, em plantio direto, no rendimento de grãos e na severidade de doenças do sistema radicular de trigo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido no período de 1987 a 1991, como parte de um experimento instalado desde 1984 em área da Cooperativa Agrária Mista Entre Rios Ltda., em Guarapuava, PR, em solo classificado como Cambissolo Bruno Álico (EMBRAPA, 1984). A área experimental vinha sendo cultivada, anteriormente, com cevada e/ou com trigo.

Quatro sistemas de rotação para trigo constituíram os tratamentos: 1) monocultura; 2) rotação, com um inverno sem trigo; 3) rotação, com dois invernos sem trigo; 4) rotação, com três invernos sem trigo. No verão, a área experimental foi cultivada com milho e com soja, de acordo com o sistema previsto (Tabela 1), sendo as culturas, tanto de inverno como de verão, estabelecidas em plantio direto.

A adubação de manutenção foi realizada de acordo com a recomendação para cada cultura e baseada nos resultados de análise de solo. As amostras de solo foram coletadas após a colheita das culturas de inverno e de verão (Tabela 2). Em 1989, antes da semeadura de inverno, a área experimental foi corrigida com 11,7 t/ha de calcário, PRNT de 75 %.

As épocas de semeadura, o controle de plantas daninhas e os tratamentos fitossanitários, inclusive o tratamento de sementes de cevada e de trigo, foram conduzidos de acordo com a recomendação para cada cultura, e a colheita foi realizada com automotriz especial para parcelas. Os rendimentos de grãos de trigo foram ajustados para umidade de 13 %. A avaliação do grau de severidade das doenças do sistema radicular de trigo (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* e *Bipolaris sorokiniana*) foi executada de acordo com o método utilizado por Reis et al. (1985).

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Para tanto, foram utilizadas parcelas com 10 m de comprimento e 6 m de largura, perfazendo a área útil de 60 m<sup>2</sup>. Foi feita a análise da variância, individual e conjunta, quanto a algumas características estudadas. Os dados originais foram transformados em  $\sqrt{x}$  para análise da severidade de doenças do sistema radicular. As médias foram comparadas entre si pela aplicação do teste de Duncan, a 5 % de probabilidade.

Os valores médios, - referentes aos meses de julho a novembro, dos anos de 1987, de 1988, de 1990 e de 1991, e do período de 1979 a 1986 - da precipitação pluvial, das temperaturas (mínima, média e máxima) e da umidade relativa registradas na área experimental, no período entre 1979 e 1991, são apresentados na Tabela 3.

**TABELA 1. Sistemas de rotação de culturas para trigo com espécies de inverno e de verão, em plantio direto.**

Sistema de rotação	Ano							
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Monocultura de trigo	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S
Um inverno sem trigo	T/S	E/M	T/S	E/M	T/S	E/M	T/S	A/S
	E/M	T/S	E/M	T/S	E/M	T/S	A/S	T/S
Dois invernos sem trigo	T/S	L/S	E/M	T/S	L/S	E/M	T/S	E/M
	L/S	E/M	T/S	L/S	E/M	T/S	E/M	A/S
	E/M	T/S	L/S	E/M	T/S	L/S	A/S	T/S
Três invernos sem trigo	T/S	A/S	C/S	Tr/M	T/S	A/S	C/S	A/S
	A/S	C/S	Tr/M	T/S	A/S	C/S	A/S	T/S
	C/S	Tr/M	T/S	A/S	C/S	Se/M	T/S	E/M
	Tr/M	T/S	A/S	C/S	Tr/M	T/S	E/M	C/S

A =aveia, C =cevada, E = ervilhaca, L =linho, M =milho, Se =serradela, S =soja, Tr =tremoço, e T =trigo.

**TABELA 2. Valores de pH, de alumínio, de cálcio + magnésio, de fósforo, de potássio e de matéria orgânica do solo, em diferentes anos.**

Análise de solo	Ano						
	1984	1985	1986	1987	1988	1990	1991
pH em água 1:1	5,2	5,1	5,2	5,2	4,7	6,0	5,9
A trocável (cmol kg <sup>-1</sup> )	0,54	0,49	0,59	0,93	2,47	0,00	0,00
Ca +Mg trocáveis (cmol kg <sup>-1</sup> )	7,79	7,32	7,96	6,22	7,40	17,17	14,39
P extraível (mg kg <sup>-1</sup> )	4,8	8,3	8,6	9,0	14,0	5,2	6,1
K trocável (mg kg <sup>-1</sup> )	128	147	151	144	164	170	144
Matéria orgânica (g kg <sup>-1</sup> )	7,0	6,8	7,2	7,2	7,5	7,2	5,6

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A severidade das doenças do sistema radicular e o rendimento de grãos de trigo foram avaliados a partir de 1987, ano em que se completou um ciclo de rotação, possibilitando observar os sistemas de rotação de culturas com três invernos sem trigo (Tabelas 4 e 5). Os dados da cultura de trigo de 1989 foram perdidos, em função da precipitação de grizo.

Quanto à severidade das doenças do sistema radicular de trigo, mal-do-pé (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*) e podridão-comum (*Bipolaris sorokiniana*), houve diferenças significativas entre as médias anuais (1987, 1990 e 1991) e na média conjunta dos dados (Tabela 4). Os valores mais elevados de severidade do mal-do-pé e da podridão-comum, estabelecidos em plantio direto, ocorreram na monocultura de trigo (33 %), em comparação com as rotações de um inverno (12 %), de dois invernos

**TABELA 3. Dados relativos à precipitação pluvial (1979 a 1991), às temperaturas mínima (mín.), média (méd.) e máxima (max.) (1980 a 1991) e à umidade relativa (1981 a 1991), Guarapuava, PR.**

Ano	Mês					Total
	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	
----- Precipitação pluvial (mm) -----						
79 a 86	183,5	114,4	142,7	192,7	216,1	849,4
1987	97,5	62,5	56,5	197,5	154,0	568,0
1988	18,0	13,0	61,5	137,5	49,5	279,5
1990	186,0	174,0	218,0	291,0	126,0	995,0
1991	28,0	82,0	44,0	280,0	156,0	590,0
----- Temperatura (°C) -----						
80 a 86 mín.	9,1	9,9	10,1	12,6	14,5	11,2
méd.	12,6	14,2	14,7	16,6	19,8	15,6
máx.	19,5	21,0	21,7	24,0	26,1	22,5
1987 mín.	11,4	8,1	9,5	12,3	13,8	11,0
méd.	14,7	11,4	13,7	16,6	18,6	15,0
máx.	21,5	18,3	19,6	22,2	24,9	21,3
1988 mín.	5,4	9,6	15,5	11,7	13,5	11,1
méd.	9,9	14,3	16,8	16,3	19,1	15,3
máx.	16,9	22,2	23,6	23,3	26,2	22,4
1990 mín.	6,0	8,0	9,0	14,0	16,0	10,6
méd.	10,0	13,0	13,0	18,0	20,0	14,8
máx.	15,0	19,0	19,0	24,0	26,0	20,6
1991 mín.	8,0	10,0	11,0	13,0	14,0	11,2
méd.	12,0	14,0	15,0	17,0	19,0	15,4
máx.	19,0	20,0	22,0	23,0	26,0	22,0
----- Umidade relativa (%) -----						
81 a 86	80,8	78,1	78,8	74,6	73,2	77,1
1987	74,4	81,3	81,1	79,3	76,2	78,5
1988	73,8	70,0	66,8	74,0	75,6	72,0
1990	88,0	79,0	77,0	81,0	81,0	81,2
1991	76,0	81,0	78,0	81,0	70,0	77,2

(9 %) e de três invernos sem essa gramínea (11 %). Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Reis et al. (1983), no Estado do Rio Grande do Sul, sob preparo convencional de solo, onde a monocultura de trigo (92 %) apresentou valores mais elevados para a severidade do mal-do-pé e da podridão-comum do que em um (67 %) e em dois invernos de rotação sem trigo (12 %). Santos et al.

(1990), no mesmo Estado e com o mesmo preparo de solo, obtiveram resultados semelhantes para a severidade do mal-do-pé e da podridão-comum, na monocultura de trigo (57 %), em relação a dois (28 %) e a três invernos sem trigo (média dos tratamentos = 31 %).

Ledingham (1961), no Canadá, obteve os seguintes percentuais para a severidade da podridão-co-

**TABELA 4. Efeitos de sistemas de rotação de culturas na severidade de doenças do sistema radicular de trigo em 1987, 1988, 1990 e 1991, sob plantio direto. Guarapuava, PR**

Sistema de rotação	Ano				Média
	1987	1988	1990	1991	
Monocultura de trigo	56 a	12	33 a	32 a	33 a
Um inverno sem trigo	9 b	9	9 b	21 ab	12 b
Dois invernos sem trigo	8 b	9	11 b	9 c	9 b
Três invernos sem trigo	9 b	9	11 b	15 bc	11 b
Média	21	10	16	19	16
C.V. (%)	23	19	23	18	-
F de tratamentos	31**	0,6ns	9,9**	11**	5,5*

Médias seguidas da 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 5. Efeitos de sistemas de rotação de culturas no rendimento de grãos de trigo em 1987, 1988, 1990 e 1991, sob plantio direto. Guarapuava, PR**

Sistema de rotação	Ano				Média
	1987	1988	1990	1991	
Monocultura de trigo	2.377	1.985	3.152 b	3.814	2.832
Um inverno sem trigo	2.380	1.825	3.583 a	3.973	2.940
Dois invernos sem trigo	2.520	2.159	3.650 a	4.161	3.123
Três invernos sem trigo	2.397	1.798	3.666 a	3.907	2.942
Média	2.418	1.942	3.513	3.963	2.959
C.V. (%)	6	9	5	7	-
F de tratamentos	0,8ns	3,7ns	6,5*	1,2ns	3,2ns

Médias seguidas da 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 %.

mum: monocultura de trigo (68 %); um inverno (64 %), dois invernos (37 %), três invernos (34 %) e cinco invernos sem trigo (14 %). Slope et al. (1973), na Inglaterra, encontraram diferentes valores para a severidade do mal-do-pé entre a monocultura de trigo (35 %) e dois invernos sem este cereal (3 %).

O rendimento de grãos de trigo, sob plantio direto, somente apresentou diferenças significativas entre as médias no ano de 1990 (Tabela 5). O menor rendimento de grãos manifestou-se na monocultura de trigo (3.152 kg/ha), em comparação com um inverno (3.583 kg/ha), com dois invernos

(3.650 kg/ha) e com três invernos sem trigo (3.666 kg/ha). Reis et al. (1983), no Estado do Rio Grande do Sul, e com preparo convencional de solo, observaram que os rendimentos obtidos foram mais baixos (377 kg/ha) na monocultura, intermediários (1.045 kg/ha) com um inverno sem trigo e mais elevados (2.044 kg/ha) com dois invernos sem trigo. Para Santos et al. (1990), no mesmo Estado e mesmo tipo de manejo de solo, a monocultura de trigo, mostrou menor produção de grãos (1.993 kg/ha), em relação a dois invernos (2.430 kg/ha) e três invernos sem este cereal (média dos tratamentos = 2.483 kg/ha). Nos demais anos de estudo e na média conjunta dos dados, não foram verificadas diferenças significativas entre as médias.

Na Inglaterra, Slope et al. (1973) observaram diferenças, para rendimento de grãos, da monocultura de trigo (4.530 kg/ha), em relação a dois invernos sem essa gramínea (5.460 kg/ha). Sturz & Bernier (1989), no Canadá, verificaram que a monocultura de trigo (3.179 kg/ha) apresentou menor rendimento de grãos do que um inverno sem este cereal, alternado com colza (4.203 kg/ha) ou com linho (4.076 kg/ha).

Note-se que a precipitação pluvial durante o ciclo de trigo, neste período de estudo (1987 = 568 mm, 1988 = 280 mm, 1990 = 995 mm e 1991 = 590 mm), em três anos, ocorreu abaixo da normal (849 mm). Contudo, em 1987 e em 1991, a precipitação pluvial esteve pouco acima da requerida para essa espécie (aproximadamente 400 mm). Desta forma, o menor rendimento de grãos de trigo, em 1988, pode ser explicado, em parte, pela seca prolongada na região. No ano (1990) em que a precipitação pluvial esteve acima da normal, houve diferenças significativas entre as médias para rendimento de grãos. De acordo com Reis et al. (1983), os efeitos da rotação de culturas ficam mais bem demonstrados em anos com excesso de precipitação pluvial, sendo estes, portanto, mais favoráveis ao desenvolvimento de doenças.

Como este experimento foi realizado em plantio direto, era de se esperar que a severidade do mal-do-pé e da podridão-comum, na monocultura de trigo, atingisse valores mais elevados. Isso faz com que a severidade das doenças do sistema radicular de trigo, na região de Guarapuava, PR, esteja se

manifestando num limiar relativamente baixo, comparado com a região de Passo Fundo, RS (Santos, 1991), podendo ser devido às altitudes - respectivamente, 1.095 m e 682 m. Nesta situação, a temperatura é mais baixa, o que dificulta, em parte, o desenvolvimento dos agentes causais do mal-do-pé e da podridão-comum.

Deve-se salientar que a intensidade das doenças do sistema radicular de trigo é dependente de fatores como temperatura e umidade de solo. Em virtude disso, as referidas doenças poderão ocorrer em menor ou maior intensidade até o final do ciclo da cultura, conforme a variação desses fatores.

Além disso, o sistema plantio direto permitiu que tanto as culturas de inverno como as de verão fossem estabelecidas em suas melhores épocas de semeadura.

## CONCLUSÕES

1. A severidade das doenças do sistema radicular de trigo, em plantio direto, na monocultura (33 %), foi superior à das rotações com um (12 %), com dois (9 %) e com três invernos sem trigo (11 %).

2. O rendimento de grãos de trigo, na maioria dos anos, não foi afetado pelos sistemas de rotação, devido, em parte, ao fato de a precipitação pluvial ter ocorrido abaixo da normal, em três dos quatro anos, sendo estes, portanto, menos favoráveis ao desenvolvimento de doenças.

## REFERÊNCIAS

- DERPSCH, R. Adubação verde e rotação de culturas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO, 3., 1985, Ponta Grossa, PR. **Anais...** Castro: Fundação ABC, 1985. p.85-104.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná.** Londrina: EMBRAPA-SNLCS/SUDESUL-IAPAR, 1984. t.1. 414p. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim de Pesquisa, 27. IAPAR, Boletim Técnico, 16).
- LEDINGHAM, R.J. Crop rotations and common rootrot in wheat. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.41, n.3, p.479-486, 1961.

- PEREIRA, L.R.; BOUGLÉ, B.R.; LHAMBY, J.C.B.; SANTOS, H.P. dos. Rotação de culturas. III. Efeito no rendimento de grãos do trigo (1975-1979). In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 13., 1984, Cruz Alta. **Resultados de pesquisa do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1984. p.170-179. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 7).
- REIS, E.M.; SANTOS, H.P. dos; LHAMBY, J.C.B. Rotação de culturas. I. Efeitos sobre doenças radiculares do trigo nos anos 1981 e 1982. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.8, n.3, p.431-437, 1983.
- 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, v.10, n.3, p.637-642, 1985.
- SANTOS, H.P. dos. **Rotação de culturas e produtividade do trigo no Sul do Brasil**. Piracicaba: ESALQ-Departamento de Agricultura, 1990. 56p.
- SANTOS, H.P. dos. Rotação de culturas e culturas alternativas no sistema de manejo conservacionista. In: FERNANDES, J.M.; FERNANDEZ, M.R.; KOCHHANN, R.A.; SELLES, F.; ZENTNER, R.B. **Manual de manejo conservacionista do solo para os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT/CIDA, 1991. p.21-30. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 1).
- SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M.; PEREIRA, L.R. Rotação de culturas. XVII. Efeitos no rendimento de grãos e nas doenças do sistema radicular do trigo de 1980 a 1987. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.11, p.1627-1635, 1990.
- SLOPE, D.B.; ETHERIDGE, J.; WILLIAMS, R.J.B. Grain yield and the incidence of take-all and eyespot in winter wheat grown in different crop sequences at Saxmundham. **Rothamsted Report for 1972**, Harpenden, n.2, p.160-167, 1973.
- STURZ, A.V.; BERNIER, C.C. Influence of crop rotations on winter wheat growth and yield in relation to the dynamics of pathogenic crown and root rot fungal complexes. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Guelph, v.11, n.2, p.114-121, 1989.