

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E CONTROLE DE DOENÇAS RADICULARES DE TRIGO, EM ROTAÇÃO COM OUTRAS CULTURAS DE INVERNO¹

HENRIQUE PEREIRA DOS SANTOS², JULIO CESAR BARRENECHE LHAMBY³, ARIANO MORAES PRESTES⁴ E ERLEI MELO REIS⁵

RESUMO - Durante nove anos, avaliou-se, em Passo Fundo, RS, o efeito de sistemas de rotação de culturas de inverno sobre o rendimento de grãos, sobre as doenças radiculares e sobre algumas características agronômicas de trigo (*Triticum aestivum* L.). Os tratamentos consistiram em seis sistemas de rotação para trigo: monocultura; um inverno sem trigo, de 1990 a 1995; dois invernos sem trigo; três invernos sem trigo; dois invernos sem e dois com trigo; e três invernos sem e dois com trigo. As culturas de inverno foram estabelecidas com preparo convencional de solo, e as de verão, em sistema plantio direto. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três repetições e parcelas com área útil de 30 m². A rotação de culturas foi eficiente na redução das doenças do sistema radicular e no aumento do rendimento de grãos de trigo. Não foram observadas diferenças significativas entre os sistemas usados, indicando que o trigo pode ser semeado com apenas um inverno de rotação de culturas (trigo/soja e ervilhaca/milho) ou após seu cultivo por dois invernos seguidos, deixando-se dois invernos de rotação (trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho). A monocultura reduziu significativamente o número de espigas, número de grãos e peso de grãos de trigo, quando comparada aos sistemas de rotação.

Termos para indexação: *Triticum aestivum*, *Bipolaris sorokiniana*, *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*, doenças radiculares de trigo, componentes do rendimento.

AGRONOMIC TRAITS AND CONTROL OF ROOT DISEASES OF WHEAT, IN ROTATION WITH OTHER WINTER CROPS

ABSTRACT - During nine years, in Passo Fundo, RS, Brazil, the effect of crop rotation systems on yield, root diseases, and some agronomic traits of wheat (*Triticum aestivum* L.) were assessed. Six rotation systems for wheat were studied: monoculture; one winter without wheat, from 1990 to 1995; two winters without wheat; three winters without wheat; two winters without wheat and two winters with wheat; and three winters without and two winters with wheat. The winter crops were sown to conventionally prepared soil, and summer crops were set up under no-till. An experimental design of blocks at random was used, with three replications and plots totalling 30 m². Crop rotation was efficient in reducing root diseases and in increasing wheat yields. No significant differences were observed among the systems used, indicating that wheat can be sown with one winter of crop rotation (wheat/soybean and common vetch/corn) only. Additionally, wheat can be sown in two consecutive winters, if two winters are left in rotation (wheat/soybean, wheat/soybean, white oats/soybean, and common vetch/corn). When comparing with the rotation systems, it became evident that the number of spikes, number of grains, and grain weight were significantly reduced by monoculture.

Index terms: *Triticum aestivum*, *Bipolaris sorokiniana*, *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*, wheat root diseases, yield components.

¹ Aceito para publicação em 3 de outubro de 1997.

Trabalho parcialmente realizado com recursos da FAPERGS.

² Eng. Agr., Dr., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT), Caixa Postal 569, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS. Bolsista do CNPq. E-mail: hpsantos@cnpt.embrapa.br

³ Eng. Agr., Dr., Embrapa-CNPT.

⁴ Eng. Agr., Ph.D., Embrapa-CNPT. Bolsista do CNPq.

⁵ Eng. Agr., Ph.D., UPF-FA, Caixa Postal 566, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS.

INTRODUÇÃO

Rotação de culturas, do ponto de vista fitopatológico, consiste em deixar de semear trigo, numa lavoura, até que ocorra a completa decomposição microbiana dos restos vegetais e, conseqüentemente, a eliminação dos patógenos da área de cultivo (Reis, 1991). A mineralização dos restos vegetais, para completa eliminação

dos fitopatógenos necrotróficos, pode levar de 12 a 16 meses (Reis & Santos, 1993). Esse seria o período requerido para o trigo retornar à mesma lavoura.

Segundo Denardin & Kochhann (1993), os produtores que praticam o sistema plantio direto, no Sul do Brasil, em função da praticidade do manejo dos restos vegetais, da compatibilidade entre espécies e dos seus efeitos sobre o manejo de plantas daninhas, de pragas e de doenças, cultivam, basicamente, as seguintes culturas: trigo, ou cevada ou triticale, as aveias e uma leguminosa, normalmente a ervilhaca, no inverno; milho e soja, no verão. Isso levanta o seguinte questionamento: qual o sistema a ser recomendado, do ponto de vista fitopatológico e econômico, para que a rotação de culturas se tornasse uma prática utilizada por todos os agricultores dessa região?

Deve ser levado em consideração que, a não adoção de rotação de culturas tem favorecido a sobrevivência e a multiplicação de patógenos do sistema radicular (mal-do-pé, *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* e podridão-comum, *Bipolaris sorokiniana*), das manchas foliares (helmintosporiose, *B. sorokiniana*; septorioses, *Stagonospora nodorum* e *Septoria tritici* e mancha-amarela-da-folha, *Drechslera tritici-repentis*) do trigo (Reis et al., 1988; Santos et al., 1990).

Ledinghan (1961), estudando sistemas de rotação de culturas, apresenta valores mais elevados de podridão-comum em monocultura de trigo, em relação a um, dois, três e a cinco invernos sem essa gramínea. Slope et al. (1973), na Inglaterra, verificaram que a monocultura de trigo diferiu significativamente, em comparação a dois invernos sem esse cereal, para o controle do mal-do-pé e rendimento. Sturz & Bernier (1989), no Canadá, observaram que a monocultura de trigo foi significativamente diferente, em relação a um inverno sem essa gramínea, alternado por colza ou por linho, para rendimento de grãos e estatura de plantas.

Reis & Kohli (1994), no Rio Grande do Sul, estudando sistemas de rotação de culturas, observaram que a monocultura de trigo foi inferior a dois ou a três invernos sem essa gramínea, para rendimento de grãos. Santos et al. (1996), no Paraná, verificaram valores mais elevados para a severidade das doenças do sistema radicular de trigo em monocultura, sob sistema plantio direto, em relação aos sistemas com um, dois e três invernos sem trigo. Os mesmos autores observaram também valores mais elevados do rendimento de grãos nos sistemas com rotação de culturas, em comparação ao da monocultura de trigo. Além disso, o sistema de rotação de cultura mais eficiente energeticamente, de maior rentabilidade e de menor risco, para a região de Guarapuava, PR, foi o que envolveu trigo/soja e ervilhaca/milho ou trigo/soja e aveia branca/soja (Santos et al., 1995a, 1995b).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o rendimento de grãos, a ocorrência de doenças radiculares e algumas características agrônômicas de trigo, em diferentes sistemas de rotação de culturas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT), no município de Passo Fundo, RS, no período de 1987 a 1995, em Latossolo Vermelho-Escuro distrófico (Brasil, 1973). A área experimental vinha sendo cultivada anteriormente com trigo, no inverno, e com soja, no verão.

Os tratamentos consistiram em seis sistemas de rotação de culturas para trigo: monocultura; monocultura, de 1987 a 1989, e um inverno sem trigo, de 1990 a 1995; dois invernos sem trigo; três invernos sem trigo; dois invernos sem e dois com trigo; e três invernos sem e dois com trigo (Tabela 1). As culturas de inverno foram estabelecidas com preparo convencional de solo, e as de verão, em sistema plantio direto. As cultivares de trigo utilizadas foram: BR 23, de 1991 a 1993, e EMBRAPA 16, de 1994 a 1995 (Tabela 1). A partir de 1990, no terceiro e no quinto sistemas de rotação, a sucessão aveia preta/soja foi substituída por aveia branca/soja. Nesse mesmo ano, no quarto e no sexto sistemas de rotação, a sucessão linho/soja foi substituída por girassol. A partir de 1993, nesses mesmos sistemas, o girassol foi substituído pela sucessão aveia preta/soja.

As amostragens de solo, para determinação dos níveis de nutrientes e do teor de matéria orgânica, foram realizadas anualmente, sempre após a colheita das culturas de verão (Tabela 2). A adubação de manutenção foi realizada de acordo com a recomendação para cada cultura e baseada nos resultados da análise de solo da área experimental.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com três repetições. O tamanho de parcela foi de 30 m² (3 m de largura por 10 m de comprimento).

A semeadura, o controle de plantas daninhas e os tratamentos fitossanitários foram realizados de acordo com a recomendação das comissões de pesquisa para cada cultura, e a colheita foi realizada com automotriz especial para parcelas. O rendimento de grãos foi determinado a partir da colheita de toda a parcela ajustando-se para umidade de 13%. A avaliação do grau de severidade das doenças do sistema radicular de trigo (mal-do-pé, causada por *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*, e podridão-comum, causada por *Bipolaris sorokiniana*) foi efetuada de acordo com o método utilizado por Reis et al. (1985).

TABELA 1. Sistemas de rotação de culturas para trigo, com espécies de inverno e de verão. Passo Fundo, RS¹.

Sistema de rotação	Ano								
	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Monocultura de trigo	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S
Um inverno sem trigo	T/S	T/S	T/S	E/M T/S	T/S E/M	E/M T/S	T/S E/M	E/M T/S	T/S E/M
Dois invernos sem trigo	T/S	Ap/S	E/M	T/S	Ab/S	E/M	T/S	Ab/S	E/M
	Ap/S	E/M	T/S	Ab/S	E/M	T/S	Ab/S	E/M	T/S
	E/M	T/S	Ap/S	E/M	T/S	Ab/S	E/M	T/S	Ab/S
Três invernos sem trigo	T/S	Ab/S	L/S	E/M	T/S	Gir	Ab/S	E/M	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/M
Dois invernos sem e dois com trigo	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
	Ap/S	E/M	T/S	T/S	Ab/S	E/M	T/S	T/S	Ab/S
Três invernos sem e dois com trigo	E/M	T/S	T/S	Ab/S	E/M	T/S	T/S	Ab/S	E/M
	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/M
	Ab/S	L/S	E/M	T/S	T/S	Gir	Ab/S	E/M	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

¹ Ab = aveia branca; Ap= aveia preta; E = ervilhaca; Gir = girassol; L = linho; M = milho; S = soja; 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								
	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
pH em água 1:1	5,6	5,6	5,5	6,1	5,6	5,5	5,7	5,7	5,2
Al trocável (mmol _c dm ⁻³)	1,5	1,3	2,2	0,0	1,6	2,6	1,2	1,1	3,6
Ca + Mg trocáveis (mmol _c dm ⁻³)	77,1	94,8	109,2	96,7	93,7	90,4	81,1	95,7	71,8
P extraível (mg kg ⁻¹)	18,5	25,5	22,6	15,6	14,8	16,9	14,9	40,2	13,6
K trocável (mg kg ⁻¹)	106	101	118	124	123	110	107	127	90
Matéria orgânica (g kg ⁻¹)	35	42	39	40	28	25	27	23	26

Para a determinação dos componentes do rendimento (número de grãos e peso de grãos por planta), 50 espigas de trigo, por parcela, foram coletadas ao acaso, pouco antes da colheita. O peso de 1.000 grãos e o peso do hectolitro foram avaliados dos grãos colhidos por parcela. A população inicial de plantas e o número de espigas foram determinados em duas amostras de 0,5 m² por parcela, e a estatura de plantas foi medida de cinco plantas escolhidas ao acaso, em cada parcela.

Foi realizada a análise de variância das características agrônômicas de trigo (dentro de cada ano e na média conjunta dos dados de 1991 a 1995). Considerou-se o efeito de tratamento dos diferentes sistemas de rotação de inverno como fixo,

e o efeito do ano, como aleatório. Os dados originais foram transformados em arcoseno \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. Para estimar o efeito de alguns parâmetros estudados no rendimento de grãos, aplicou-se a análise de correlação.

Os valores médios - referentes aos meses de junho a outubro, da normal (1961 a 1990) e dos anos 1991 a 1995 - da precipitação pluvial, das temperaturas (mínima, média e máxima) e da umidade relativa registrados em Passo Fundo, são apresentados na Tabela 3.

TABELA 3. Dados relativos à precipitação pluvial, às temperaturas mínima (mín.), média (méd.) e máxima (máx.) e à umidade relativa, da normal (1961 a 1990) e dos anos 1991 a 1995. Passo Fundo, RS.

Ano	Mês					Total
	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	
	Precipitação pluvial (mm)					
1961 a 1990	129	153	166	207	167	822
1991	241	124	64	62	176	667
1992	110	242	145	186	137	820
1993	137	284	15	136	154	726
1994	199	243	46	162	309	959
1995	175	136	76	135	199	721
	Temperatura (°C)					
						Média
1961 a 1990 mín.	8,9	8,9	9,9	11,0	12,9	10,3
méd.	12,7	12,8	14,0	14,8	17,7	14,4
máx.	18,4	18,5	19,9	21,2	23,8	20,4
1991 mín.	9,7	8,0	10,6	11,8	13,9	10,8
méd.	13,3	12,5	14,9	16,6	18,7	15,2
máx.	19,0	18,9	21,0	23,3	24,9	21,4
1992 mín.	11,3	6,5	8,3	10,9	12,8	10,0
méd.	14,9	10,2	12,4	15,2	17,8	14,1
máx.	20,3	15,8	18,0	21,2	23,9	19,8
1993 mín.	8,8	8,2	9,0	10,2	15,0	10,2
méd.	12,6	11,7	14,0	14,4	19,3	14,4
máx.	18,2	17,1	21,2	19,8	25,2	20,3
1994 mín.	8,8	9,8	9,8	11,9	14,9	11,0
méd.	12,4	13,5	14,5	16,6	18,8	15,2
máx.	17,9	18,8	21,4	23,1	24,2	21,1
1995 mín.	9,7	11,5	10,8	11,0	11,7	10,9
méd.	13,7	15,2	15,4	15,4	16,7	15,3
máx.	20,0	20,9	22,0	21,6	22,8	21,5
	Umidade relativa (%)					
1961 a 1990	82	81	79	78	74	79
1991	78	71	68	66	66	70
1992	79	80	77	73	72	76
1993	77	78	64	73	71	73
1994	78	75	69	71	77	74
1995	77	77	70	71	65	72

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características agronômicas de trigo foram avaliadas a partir de 1991, ano em que se completou o primeiro ciclo de rotação, possibilitando observar o sistema de rotação com três invernos sem trigo (Tabelas 4 a 12). Os dados relativos à severidade das doenças do sistema radicular de trigo foram obtidos de 1993 a 1995.

A severidade das doenças do sistema radicular de trigo (mal-do-pé e podridão-comum), de 1993 a 1995 e na média dos anos (Tabela 4), diferiu significativamente entre os sistemas de rotação e a monocultura. Os valores mais elevados ocorreram na monocultura (50%), em comparação aos sistemas de rotação, sem trigo em: um inverno (13%), dois invernos (10%), três invernos (10%), a dois invernos sem e dois com trigo (13 e 16%) e a três invernos sem e dois com trigo (12 e 19%). Isso demonstra que um ano de rotação de culturas, com espécies não suscetíveis, elimina os inconvenientes da monocultura.

TABELA 4. Efeitos de sistemas de rotação de culturas na severidade de doenças do sistema radicular de trigo, em 1993, cultivar BR 23, e em 1994 e 1995, cultivar EMBRAPA 16. Passo Fundo, RS¹.

Sistema de rotação	Ano				Média
	1993	1994	1994 ²	1995	
Monocultura de trigo ³	41a	45a	42a	63a	50a
Um inverno sem trigo ⁴	13b	9b	17bc	17c	13b
Dois invernos sem trigo ⁵	15b	5b	13c	9d	10b
Três invernos sem trigo ⁶	16b	5b	13c	8d	10b
Dois invernos sem e dois com trigo ⁷	14b	15b	22b	10cd	13b
Três invernos sem e dois com trigo ⁸	14b	8b	15bc	27b	16b
	23b	9b	17bc	26b	19b
Média	19	13	20	21	18
C.V.(%)	19	54	23	15	-
F de tratamentos	6**	10**	13**	29**	15**

¹ Médias seguidas da mesma letra, na vertical, não apresentam diferenças significativas, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

² Médias transformadas.

³ Monocultura trigo/soja.

⁴ Monocultura trigo/soja, de 1987 a 1989, e trigo/soja e ervilhaca/milho, de 1990 a 1995.

⁵ Trigo/soja, aveia branca e ervilhaca/milho.

⁶ Trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

⁷ Trigo/soja, trigo/soja, aveia branca e ervilhaca/milho.

⁸ Trigo/soja, trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

** Significativo a 1%.

Trabalho conduzido por Reis et al. (1983), no Rio Grande do Sul, com o mesmo tipo de preparo de solo, apresenta a monocultura de trigo (92%) com valores mais elevados de severidade das doenças do sistema radicular, em relação a um inverno (67%) e a dois invernos (12%) de rotação sem essa gramínea. Na continuidade desse estudo, Reis & Kohli (1994) obtiveram resultados similares de severidade do mal-do-pé e podridão-comum, na monocultura de trigo (71%), em comparação a dois invernos (29%) e a três invernos (média dos tratamentos = 32%) sem trigo.

Ledinghan (1961), em trabalho realizado no Canadá, relata os seguintes percentuais de severidade da podridão-comum: monocultura de trigo (68%), um inverno (64%), dois invernos (37%), três invernos (34%) e cinco invernos (14%) sem esse cereal. Slope et al. (1973), na Inglaterra, verificaram diferentes valores de severidade do mal-do-pé entre a monocultura de trigo (35%) e dois invernos com rotação de culturas não-suscetíveis (3%). Santoset al. (1996), no Paraná, sob sistema plantio direto, observaram valores mais elevados de severidade do mal-do-pé e da podridão-comum (39%) na monocultura de trigo do que os obtidos com relação a um inverno (12%), a dois invernos (9%) e a três invernos (11%) sem o cereal.

Em todos os anos estudados (1991, 1992, 1993, 1994 e 1995) e na média dos anos, o rendimento de grãos de trigo (Tabela 5) diferiu significativamente entre os sistemas de rotação. Em 1992, 1993, 1994 e 1995 e na média dos anos, o menor rendimento de grãos manifestou-se na monocultura de trigo (média dos anos: 2.238

kg/ha), em relação a um inverno (média dos anos: 3.502 kg/ha), a dois invernos (média dos anos 3.403 kg/ha), a três invernos sem trigo (média dos anos: 3.629 kg/ha), a dois invernos sem e dois com trigo (média dos anos: 3.476 e 3.290 kg/ha) e a três invernos sem e dois com trigo (média dos anos: 3.557 e 3.528 kg/ha). A rotação de culturas, além de aumentar o retorno econômico da produção das lavouras, pelo aumento do rendimento de grãos, promove a diversificação de culturas e, como consequência, diminui o risco pela dependência em apenas uma cultura de inverno.

TABELA 5. Efeitos de sistemas de rotação de culturas no rendimento de grão de trigo em 1991, 1992 e 1993, cultivar BR 23, e em 1994 e 1995, cultivar EMBRAPA 16. Passo Fundo, RS¹.

Sistema de rotação	Ano					Média
	1991	1992	1993	1994	1995	
	----- (kg/ha) -----					
Monocultura de trigo ²	2.925b	3.083b	956d	2.490c	2.238d	2.238b
Um inverno sem trigo ³	3.685a	4.968a	2.359ab	3.434ab	3.063ab	3.502a
Dois invernos sem trigo ⁴	3.927a	4.782a	2.304ab	3.496ab	2.504cd	3.403a
Três invernos sem trigo ⁵	3.874a	5.204a	2.633a	3.479ab	2.954abc	3.629a
Dois invernos sem e dois com trigo ⁶	3.789a	4.980a	2.587ab	3.220b	2.805bc	3.476a
Três invernos sem e dois com trigo ⁷	2.986b	4.963a	2.177bc	3.566a	2.758bc	3.290a
	3.967a	4.768a	2.714a	3.481ab	2.853abc	3.557a
	3.680a	5.320a	1.828c	3.512a	3.299a	3.528a
Média	3.604	4.758	2.195	3.335	2.809	3.340
C.V. (%)	8	7	12	5	9	-
F de tratamentos	7**	14**	14**	14**	5**	10**

¹ Médias seguidas da mesma letra, na vertical, não apresentam diferenças significativas, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

² Monocultura de trigo/soja.

³ Monocultura de trigo/soja, de 1987 a 1989, e trigo/soja e ervilhaca/milho, de 1990 a 1995.

⁴ Trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

⁵ Trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

⁶ Trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

⁷ Trigo/soja, trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

** Significativo a 1%.

Os rendimentos de grãos de trigo relativamente baixos em 1993 podem ser explicados, em parte, pela baixa precipitação pluvial no mês de agosto, 15 mm. Nesse ano, ocorreu temperaturas mais elevadas durante o mês de outubro, com maior incidência de doenças da parte aérea de trigo. Ao mesmo tempo foi observado, nesse período (1991 a 1995), precipitação pluvial anual, na maioria dos anos, abaixo da normal (822 mm), porém bem acima da requerida para a cultura de trigo (aproximadamente 400 mm).

Reis et al. (1983) observaram que o rendimento obtido na monocultura de trigo foi o mais baixo (377 kg/ha), em relação a um inverno (1.045 kg/ha) e a dois invernos (2.044 kg/ha) sem esse cereal. Na seqüência desse trabalho, Reis & Kohli (1994) verificaram menores rendimentos de grãos na monocultura de trigo (1.790 kg/ha), quando comparada com dois invernos (2.528 kg/ha) ou com três invernos (média de tratamentos = 2.619 kg/ha) sem essa gramínea.

No trabalho conduzido por Slope et al. (1973), na Inglaterra, observou-se que o rendimento de grãos, na monocultura de trigo (4.530 kg/ha) foi menor que o de dois invernos (5.460 kg/ha) sem trigo. Em trabalho realizado no Canadá, Sturz & Bernier (1989) também observaram que a monocultura de trigo (3.179 kg/ha) mostrou menor rendimento de grãos do que um inverno sem essa gramínea, alternando com colza (4.203 kg/ha) ou com linho (4.076 kg/ha). Santos et al. (1996), em trabalho no Paraná, sob sistema plantio direto, verificaram menor rendimento de grãos na monocultura de trigo (3.014 kg/ha), em comparação a um inverno (3.355 kg/ha), a dois invernos (3.494 kg/ha) e a três invernos (3.362 kg/ha) sem trigo.

Somente na média dos anos houve diferenças significativas entre as médias quanto à população inicial de plantas/m², espigas/m² e número de grãos por planta de trigo (Tabelas 6 a 8). A menor população inicial de plantas/m² ocorreu na monocultura de trigo (266) (Tabela 6). Contudo, esse sistema foi semelhante estatisticamente a dois invernos sem e dois com trigo (primeiro trigo: 270), a dois invernos sem trigo (274), a

um inverno sem trigo (276) e a três invernos sem e dois com trigo (primeiro trigo: 283). O menor número de espigas/m² manifestou-se na monocultura de trigo (341) (Tabela 7). Todavia, esse sistema foi estatisticamente igual a dois invernos sem trigo (363). Resultados semelhantes foram obtidos por Sturz & Bernier (1989). A monocultura de trigo apresentou menor número de grãos por planta (32,51) (Tabela 8). Entretanto, esse sistema foi estatisticamente similar a três invernos sem trigo (33,70) e a dois invernos sem e dois com trigo (primeiro trigo: 34,26).

TABELA 6. Efeitos de sistemas de rotação de culturas na população inicial de plantas de trigo em 1991, 1992 e 1993, cultivar BR 23, e em 1994 e 1995, cultivar EMBRAPA 16. Passo Fundo, RS¹.

Sistema de rotação	Ano					Média
	1991	1992	1993	1994	1995	
	----- (plantas/m ²) -----					
Monocultura de trigo ²	269	225	265	277	295	266c
Um inverno sem trigo ³	277	231	286	318	273	276bc
Dois invernos sem trigo ⁴	281	224	282	330	254	274bc
Três invernos sem trigo ⁵	283	238	299	329	283	286ab
Dois invernos sem e dois com trigo ⁶	273	221	272	305	281	270bc
Três invernos sem e dois com trigo ⁷	301	249	294	349	296	298a
	292	236	290	306	289	283abc
	302	223	232	312	291	272bc
Média	284	231	277	316	283	278
C.V. (%)	12	13	12	8	8	-
F de tratamentos	1ns	1ns	1ns	2ns	1ns	2*

¹ Médias seguidas da mesma letra, na vertical, não apresentam diferenças significativas, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

² Monocultura de trigo/soja.

³ Monocultura de trigo/soja, de 1987 a 1989, e trigo/soja e ervilhaca/milho, de 1990 a 1995.

⁴ Trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

⁵ Trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

⁶ Trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

⁷ Trigo/soja, trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

ns = não-significativo.

* Significativo a 5%.

No peso de grãos por planta, houve diferenças significativas entre as médias em 1992, 1993 e 1994 e na média dos anos (Tabela 9). O menor peso de grãos por planta ocorreu na monocultura de trigo, em 1992 e 1993 e na média dos anos.

O peso de 1.000 grãos de trigo diferiu significativamente entre as médias, em todos os anos estudados e na média destes nos sistemas estudados (Tabela 10). O peso do hectolitro de trigo mostrou diferenças significativas entre as médias em 1992 e 1993 e na média dos anos, quando comparados à monocultura com sistemas de rotação (Tabela 11). Na estatura de plantas de trigo, houve diferenças significativas entre alguns dos sistemas estudados em alguns anos (Tabela 12). O menor peso de 1.000 grãos, o menor peso do hectolitro e a menor estatura de plantas manifestaram-se na monocultura de trigo, na média dos anos. Resultados similares foram obtidos por Santos et al. (1996) no peso do hectolitro. Os resultados da estatura de plantas estão de acordo com os obtidos por Sturz & Bernier (1989) e por Santos et al. (1996).

O rendimento de grãos de trigo correlacionou-se positivamente com o número de grãos por planta (r: 86), com o peso de grãos por planta (r: 75) e com a estatura de plantas (r: 76), todos em nível de significância de 1%.

TABELA 7. Efeitos de sistemas de rotação de culturas no número de espigas de trigo em 1991, 1992 e 1993, cultivar BR 23, e em 1994 e 1995, cultivar EMBRAPA 16. Passo Fundo, RS¹.

Sistema de rotação	Ano					Média
	1991	1992	1993	1994	1995	
	----- (espigas/m ²) -----					

Monocultura de trigo ²	353	374	250	373	355	341c
Um inverno sem trigo ³	375	385	298	429	438	385ab
Dois invernos sem trigo ⁴	418	398	292	358	347	363bc
Três invernos sem trigo ⁵	415	393	308	407	413	387ab
Dois invernos sem e dois com trigo ⁶	426	387	299	406	364	376ab
Três invernos sem e dois com trigo ⁷	394	439	301	435	395	393ab
Média	456	382	305	386	453	396a
C.V. (%)	421	421	264	367	422	379ab
Média	407	398	290	395	398	378
C.V. (%)	9	12	11	13	11	-
F de tratamentos	2ns	1ns	1ns	1ns	2ns	2*

¹ Médias seguidas da mesma letra, na vertical, não apresentam diferenças significativas, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

² Monocultura de trigo/soja.

³ Monocultura de trigo/soja, de 1987 a 1989, e trigo/soja e ervilhaca/milho, de 1990 a 1995.

⁴ Trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

⁵ Trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

⁶ Trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

⁷ Trigo/soja, trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

ns = não-significativo.

* Significativo a 5%.

TABELA 8. Efeitos de sistemas de rotação de culturas no número de grão por planta de trigo em 1991, 1992 e 1993, cultivar BR 23, e em 1994 e 1995, cultivar EMBRAPA 16. Passo Fundo, RS¹.

Sistema de rotação	Ano					Média
	1991	1992	1993	1994	1995	
	----- (número de grãos/planta) -----					
Monocultura de trigo ²	37,77	34,45	25,47	33,83	31,05	32,51c
Um inverno sem trigo ³	38,87	40,28	30,26	36,55	32,08	35,61ab
Dois invernos sem trigo ⁴	38,29	38,45	30,42	37,15	32,63	35,39ab
Três invernos sem trigo ⁵	35,21	37,40	31,60	32,76	31,55	33,70bc
Dois invernos sem e dois com trigo ⁶	39,56	37,75	31,33	34,77	36,71	36,02a
Três invernos sem e dois com trigo ⁷	34,93	38,85	30,06	34,80	32,65	34,26abc
Média	37,69	37,96	33,28	34,24	34,19	35,47ab
C.V. (%)	37,85	39,01	30,17	35,82	33,90	35,35ab
Média	37,52	38,02	30,32	34,99	33,09	34,79
C.V. (%)	7	5	10	6	13	-
F de tratamentos	1ns	2ns	2ns	1ns	1ns	3*

¹ Médias seguidas da mesma letra, na vertical, não apresentam diferenças significativas, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

² Monocultura de trigo/soja.

³ Monocultura de trigo/soja, de 1987 a 1989, e trigo/soja e ervilhaca/milho, de 1990 a 1995.

⁴ Trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

⁵ Trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

⁶ Trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

⁷ Trigo/soja, trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

ns = não-significativo.

* Significativo a 5%.

TABELA 9. Efeitos de sistemas de rotação de culturas no peso de grão por planta de trigo em 1991, 1992 e 1993, cultivar BR 23, e em 1994 e 1995, cultivar EMBRAPA 16. Passo Fundo, RS¹.

Sistema de rotação	Ano					Média
	1991	1992	1993	1994	1995	
	----- (g/planta) -----					

Monocultura de trigo ²	1,61	1,16b	0,80c	1,03c	0,93	1,11b
Um inverno sem trigo ³	1,70	1,59a	1,16ab	1,25ab	1,11	1,36a
Dois invernos sem trigo ⁴	1,68	1,55a	1,16ab	1,42a	1,10	1,38a
Três invernos sem trigo ⁵	1,55	1,53a	1,19ab	1,17bc	1,10	1,31a
Dois invernos sem e dois com trigo ⁶	1,76	1,59a	1,20ab	1,22b	1,10	1,37a
Três invernos sem e dois com trigo ⁷	1,53	1,51a	1,11b	1,22b	1,07	1,29a
Média	1,65	1,50	1,12	1,22	1,07	1,31
C.V. (%)	9	6	10	9	6	-
F de tratamentos	1ns	8**	6**	3**	3ns	7**

¹ Médias seguidas da mesma letra, na vertical, não apresentam diferenças significativas, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

² Monocultura de trigo/soja.

³ Monocultura de trigo/soja, de 1987 a 1989, e trigo/soja e ervilhaca/milho, de 1990 a 1995.

⁴ Trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

⁵ Trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

⁶ Trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

⁷ Trigo/soja, trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

ns = não-significativo.

** Significativo a 1%.

TABELA 10. Efeitos de sistemas de rotação de culturas no peso de 1.000 grãos de trigo em 1991, 1992 e 1993, cultivar BR 23, e em 1994 e 1995, cultivar EMBRAPA 16. Passo Fundo, RS¹.

Sistema de rotação	Ano					Média
	1991	1992	1993	1994	1995	
	----- (g/1.000 grãos) -----					
Monocultura de trigo ²	38,27bc	33,07c	27,41e	28,97b	29,75b	31,49d
Um inverno sem trigo ³	38,00c	39,60ab	35,21bc	33,27a	35,47a	36,31abc
Dois invernos sem trigo ⁴	39,87ab	38,40ab	36,75abc	34,73a	34,75a	36,90abc
Três invernos sem trigo ⁵	40,40a	39,60ab	37,47ab	34,33a	36,72a	37,70a
Dois invernos sem e dois com trigo ⁶	40,80a	41,60a	36,95abc	33,97a	36,00a	37,86a
Três invernos sem e dois com trigo ⁷	39,47abc	37,33b	34,63c	33,47a	34,97a	35,97bc
	41,20a	39,66ab	38,29a	34,10a	35,01a	37,64ab
	38,27bc	38,67ab	31,95d	33,87a	34,39a	35,43c
Média	39,53	38,48	34,83	33,34	34,63	36,16
C.V. (%)	3	5	4	4	4	-
F de tratamentos	5**	5**	17**	6**	6**	13**

¹ Médias seguidas da mesma letra, na vertical, não apresentam diferenças significativas, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

² Monocultura de trigo/soja.

³ Monocultura de trigo/soja, de 1987 a 1989, e trigo/soja e ervilhaca/milho, de 1990 a 1995.

⁴ Trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

⁵ Trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

⁶ Trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

⁷ Trigo/soja, trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

ns = não-significativo.

** Significativo a 1%.

TABELA 11. Efeitos de sistemas de rotação de culturas no peso do hectolitro de trigo em 1991, 1992 e 1993, cultivar BR 23, e em 1994 e 1995, cultivar EMBRAPA 16. Passo Fundo, RS¹.

Sistema de rotação	Ano					Média
	1991	1992	1993	1994	1995	
	----- (kg/hectolitro) -----					

Monocultura de trigo ²	78	77b	66c	69	74	73b
Um inverno sem trigo ³	80	81a	74ab	70	76	76a
Dois invernos sem trigo ⁴	80	81a	74ab	71	77	76a
Três invernos sem trigo ⁵	79	82a	75a	71	75	76a
Dois invernos sem e dois com trigo ⁶	80	82a	75ab	70	75	76a
Três invernos sem e dois com trigo ⁷	80	81a	73ab	71	76	76a
Média	80	81	73	70	76	76
C.V. (%)	1	1	3	1	2	-
F de tratamentos	1ns	7**	9**	3ns	2ns	6**

¹ Médias seguidas da mesma letra, na vertical, não apresentam diferenças significativas, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

² Monocultura de trigo/soja.

³ Monocultura de trigo/soja, de 1987 a 1989, e trigo/soja e ervilhaca/milho, de 1990 a 1995.

⁴ Trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

⁵ Trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

⁶ Trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

⁷ Trigo/soja, trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

ns = não-significativo.

** Significativo a 1%.

TABELA 12. Efeitos de sistemas de rotação de culturas na estatura de plantas de trigo em 1991, 1992 e 1993, cultivar BR 23, e em 1994 e 1995, cultivar EMBRAPA 16. Passo Fundo, RS¹.

Sistema de rotação	Ano					Média
	1991	1992	1993	1994	1995	
	----- (cm/planta) -----					
Monocultura de trigo ²	70cd	81c	67	79	77	76c
Um inverno sem trigo ³	77ab	92bc	77	84	85	83ab
Dois invernos sem trigo ⁴	74bc	96ab	77	86	75	82ab
Três invernos sem trigo ⁵	79a	96ab	82	84	80	84a
Dois invernos sem e dois com trigo ⁶	77ab	96ab	80	85	78	83ab
Três invernos sem e dois com trigo ⁷	68d	95ab	75	84	80	80b
	75ab	93abc	82	87	80	83ab
	74bc	97a	74	85	83	83ab
Média	74	94	77	84	80	82
C.V. (%)	3	2	8	5	5	-
F de tratamentos	6**	4**	2ns	1ns	2ns	4**

¹ Médias seguidas da mesma letra, na vertical, não apresentam diferenças significativas, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

² Monocultura de trigo/soja.

³ Monocultura de trigo/soja, de 1987 a 1989, e trigo/soja e ervilhaca/milho, de 1990 a 1995.

⁴ Trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

⁵ Trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

⁶ Trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

⁷ Trigo/soja, trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

ns = não-significativo.

** Significativo a 1%.

Ao comparar os sistemas estudados (Tabelas 4 a 12) ficou demonstrada a eficiência da rotação de culturas (trigo/soja e ervilhaca/milho; trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho; trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho; trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho; e trigo/soja, trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho) no controle das doenças do sistema radicular de trigo, para a região de Passo Fundo, RS.

Ficou demonstrado também que o sistema de rotação com um inverno sem trigo pode ser recomendado em sistema de produção. Zentner et al. (1990), avaliando economicamente quatro sistemas, de 1984 a 1988, concluíram que o sistema com um inverno de rotação de culturas para trigo foi o que propiciou o melhor retorno econômico. De acordo com Santos et al. (1995a, 1995b), o sistema de rotação de culturas mais eficiente energeticamente e de maior rendibilidade e de menor risco, para a região de Guarapuava, PR, foi aquele que envolveu trigo/soja e ervilhaca/milho ou trigo/soja e aveia branca/soja.

Além disso, o trigo pode ser semeado por dois invernos seguidos, deixando-se dois invernos de rotação (trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho). Na recomendação da Reunião... (1988) já constava essa sugestão desde a década de 80, todavia, sem a devida avaliação da pesquisa. Na época, a recomendação de trigo baseou-se nas informações de técnicos, que tinham estabelecido um teto de produtividade acima de 1.800 kg/ha na colheita do ano anterior.

CONCLUSÕES

1. A rotação de culturas é eficiente no controle das doenças do sistema radicular de trigo, na região de Passo Fundo, RS.

2. Não há diferenças significativas entre sistemas de rotação com trigo, na média dos anos estudados quanto à severidade das doenças do sistema radicular, rendimento de grãos, peso de grãos por planta e peso do hectolitro do trigo .

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. 341p. (Boletim técnico, 30).
- DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.A. Requisitos para implantação e a manutenção do sistema de plantio direto. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa-CNPT/FUNDACEP/FECOTRIGO/Fundação ABC/Ed. Aldeia Norte, 1993. p.19-27.
- LEDINGHAN, R.J. Crop rotations and common root rot in wheat. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.41, n.3, p.479-486, 1961.
- REIS, E.M. Potencialidade de controle de doenças de trigo e de cevada por rotação de culturas. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE CONTROLE BIOLÓGICO DE DOENÇAS DE PLANTAS, 4., 1991, Campinas. **Anais...** Campinas: Embrapa-CNPDA, 1991. p.78-99.
- REIS, E.M.; FERNANDES, J.M.C.; PICININI, E.C. **Estratégia para o controle de doenças do tri-go**. Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1988. 50p. (Embrapa-CNPT. Documentos, 7).
- REIS, E.M.; KOHLI, M.M. Wheat diseases in South America and strategies for their control. In: REGIONAL WHEAT WORKSHOP FOR EASTERN, CENTRAL AND SOUTHERN AFRICA, 8., 1993, Kampala, Uganda. **Developing sustainable wheat production systems: proceedings**. Addis Ababa: CIMMYT, 1994. p.153-163.
- REIS, E.M.; SANTOS, H.P. dos. Interações entre doenças de cereais de inverno e sistema de plantio direto. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa-CNPT/FUNDACEP FECOTRIGO/ Fundação ABC/Ed. Aldeia Norte, 1993. p.105-110.
- 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.
- REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 20., 1988, Porto Alegre. **Recomendações da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo para a cultura do Trigo em 1988**. Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1988. 76p.
- SANTOS, H.P. dos; AMBROSI, I.; WOBETO, C. Análise de risco de sistemas de rotação de culturas envolvendo soja e trigo, num período de dez anos, sob plantio direto, em Guarapuava, PR. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 23., 1995, Porto Alegre. **Soja: resultados de pesquisa 1994/1995**. Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1995a. p.193-202. (Embrapa-CNPT. Documentos, 22).

- SANTOS, H.P. dos; IGNACZAK, J.C.; WOBETO, C. Produtividade cultural de sistemas de rotação de culturas envolvendo soja e trigo, num período de dez anos, sob plantio direto, em Guarapuava, PR. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 23., 1995, Porto Alegre. **Soja: resultados de pesquisa 1994/1995**. Passo Fundo: Embrapa--CNPT, 1995b. p.174-179. (Embrapa-CNPT. Documentos, 22).
- 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, v.31, n.4, p.259-267, abr. 1996.
- SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M.; LHAMBY, J.C.B.; PEREIRA, L.R.; ROMAN, E.S.; SALVADORI, J.R. **Efeito do manejo do solo e de sistemas de cultivo sobre a produção de trigo**. Passo Fundo: Embrapa--CNPT, 1990. 15p. (Embrapa.CNPT. Projeto 004.86.008/6).
- SLOPE, D.B.; ETHERIDGE, J.; WILLIAMS, R.J.B. Grain yield and incidence of take-all and eyespot in winter wheat grown in different crop sequences at Saxmundham. **ROTHAMSTED Report for 1972**, Harpenden, Part. 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.1, p.114-121, 1989.
- ZENTNER, R.P.; SELLES, F.; SANTOS, H.P. dos; AMBROSI, I. Effect of crop rotations on yields, soil characteristics, and economic returns in Southern Brasil. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON CONSERVATION TILLAGE SYSTEMS, 1990, Passo Fundo. **Conservation tillage for subtropical areas: proceedings**. Passo Fundo: CIDA/Embrapa--CNPT, 1990. p.96-116.