

INFLUÊNCIA DO MANEJO DO SOLO E DA ROTAÇÃO DE CULTURAS NA QUALIDADE INDUSTRIAL DO TRIGO¹

ELIANA MARIA GUARIENTI², HENRIQUE PEREIRA DOS SANTOS³e JÚLIO CÉSAR BARRENECHE LHAMBY⁴

RESUMO - A qualidade industrial do trigo é afetada por fatores genéticos e ambientais, como solo, clima, tratos culturais, e outros. O presente trabalho teve como finalidade avaliar o efeito de sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas sobre características que definem a qualidade industrial de trigo (peso do hectolitro, peso de mil grãos, extração experimental de farinha, alveografia, teste de microsedimentação com lauril sulfato de sódio e número de queda). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e três repetições. A parcela principal foi constituída pelos sistemas de manejo de solo (plantio direto, preparos convencionais de solo com arado de discos e de aivecas, e cultivo mínimo), e a subparcela, pelos sistemas de rotação de culturas (monocultura, um inverno e dois invernos sem trigo). O preparo convencional de solo com arado de discos e o cultivo mínimo reduziu o número de queda; o sistema de rotação com dois invernos sem trigo elevou o peso do hectolitro; a monocultura desse cereal reduziu o peso do hectolitro, elevou a força geral de glúten e a microsedimentação com lauril sulfato de sódio; a interação sistemas de manejo de solo, rotação de culturas e ano de cultivo afetou o peso de mil grãos e, o ano de cultivo teve grande influência em todas as características de qualidade industrial de trigo estudadas.

Termos para indexação: *Triticum aestivum*, plantio direto, preparo convencional de solo, cultivo mínimo, fatores edáficos, relação planta-solo.

INFLUENCE OF SOIL MANAGEMENT AND CROP ROTATION ON CHARACTERISTICS THAT DEFINE THE INDUSTRIAL QUALITY OF WHEAT

ABSTRACT - Wheat quality is affected by genetic and environmental factors such as soil, climate and cultural traits. The objective of this study was to evaluate the effect of soil management and crop rotation systems on characteristics that define wheat industrial quality (hectoliter weight, thousand-kernel weight, milling quality, alveograph characteristics, sodium dodecyl sulphate microsedimentation test and falling number). The experimental design used was in complete randomized blocks, with split plots and three replications. Main plot consisted of the soil management systems (no-tillage system, conventional tillage with disc and moldboard plough and minimum tillage) and the subplot consisted of the crop rotation systems (monoculture, one winter and two winters without wheat). Conventional soil preparations with discs' plough reduced the falling number; the crop rotation systems with two winters without wheat increased the hectoliter weight; the monoculture of this cereal reduced the hectoliter weight, increased the gluten strength and the values obtained in the microsedimentation test with sodium lauril sulphate; the interaction of soil management, crop rotation system and year of management affected the weight of one-thousand grains and the year of cultivation had great influence in all characteristics of the industrial quality of wheat.

Index terms: *Triticum aestivum*, direct sowing, conventional tillage, minimum tillage, edaphic factors, plant soil relations.

¹ Aceito para publicação em 10 de fevereiro de 2000.

² Eng. Agrôn., M.Sc., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT), Caixa Postal 451, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS. E-mail: eliana@cnpt.embrapa.br

³ Eng. Agrôn., Dr., Embrapa-CNPT. Bolsista do CNPq. E-mail: hpsantos@cnpt.embrapa.br

⁴ Eng. Agrôn., Dr., Embrapa-CNPT. E-mail: julio@cnpt.embrapa.br

INTRODUÇÃO

Sistemas de manejo de solo compatíveis com as características edafoclimáticas de cada região, associados à rotação de culturas, são imprescindíveis para a manutenção de um sistema produtivo, pois interrompem o processo de degradação do solo, mantem

do a lavoura economicamente viável e integrada no processo de produção agrícola (Instituto Agrônômico do Paraná, 1997).

As condições de ambiente (solo, práticas culturais, clima, e outras) influenciam o genótipo, e várias outras características dos grãos e da farinha, e determinam a aptidão dos trigos para os diferentes usos industriais (Bequette, 1989).

Para avaliar a qualidade dos grãos e da farinha de trigo, Mandarinó (1993) sugere que sejam realizadas análises físicas (peso do hectolitro e peso de mil grãos), físico-químicas (teste de microssedimentação com sulfato dodecil de sódio e número de queda), além da análise tecnológica de alveografia.

O teste de número de queda tem por finalidade verificar a atividade da enzima alfa-amilase do grão, a fim de detectar danos causados pela germinação na espiga (Pertén, 1964). A redução no número de queda pode representar um grande prejuízo ao agricultor, já que este é um dos critérios de classificação comercial adotado em nosso país (Brasil, 1999).

Autores de vários países estudaram o efeito da adubação nitrogenada (Hucklesby et al., 1971; Campbell et al., 1977; Borghi et al., 1995; Jia et al., 1996), de fungicidas (Jia et al., 1996), e de condições de colheita (Rao et al., 1993) na qualidade industrial de trigo. No entanto, a influência do manejo de solo e da rotação de culturas na qualidade de trigo foi relativamente pouco estudada.

Borghi et al. (1995) verificaram que a rotação de culturas promove significativo efeito na qualidade do trigo. Esses autores concluíram que o sistema de rotação milho/trigo/alfafa incrementou a quantidade de proteínas e os valores alveográficos, comparativamente à rotação de milho/trigo. No entanto, a maior concentração de proteínas foi obtida com a monocultura de trigo.

Segundo López-Bellido et al. (1998), os sistemas de rotação de culturas que envolvem uma leguminosa, como o grão-de-bico e a fava, apresentam marcante efeito na qualidade do trigo, pois além de incrementar a produção, e o conteúdo de proteína, melhoram as propriedades reológicas.

O presente estudo teve como finalidade avaliar o efeito de sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas sobre características que definem a qualidade industrial do trigo.

MATERIALE MÉTODOS

Um dos projetos desenvolvidos na Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Embrapa-CNPT), em Passo Fundo, RS, durante o período de 1986 a 1995, teve como objetivo a avaliação dos efeitos de sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas de inverno sobre o rendimento dos grãos de trigo. Na Tabela 1 são apresentadas informações sobre os sistemas de manejo do solo e de rotação de culturas para trigo usados nesses anos de estudo. Nos anos de 1994 e 1995 coletaram-se amostras para as avaliações que deram origem ao presente trabalho.

O solo do Município de Passo Fundo foi classificado como Latossolo Vermelho-Escuro distrófico. A altitude do local de plantio é de 684 m. Na Tabela 2, são apresentadas informações sobre precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa do ar, do período de junho a outubro, nos anos de execução do experimento, e na Tabela 3, pode-se verificar o rendimento de grãos obtidos neste ensaio.

O delineamento experimental usado foi em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e três repetições. A parcela principal foi constituída pelos sistemas de manejo de solo (plantio direto, preparo convencional de solo com arado de discos, preparo convencional de solo com arado de aivecas, e preparo de solo com implemento de cultivo mínimo JAN), e a subparcela, pelos sistemas de rotação de culturas para trigo (monocultura trigo/soja; um inverno sem trigo: trigo/soja e ervilhaca/milho, e dois invernos sem trigo: trigo/soja, aveia-branca e ervilhaca/milho). A parcela principal mediu 360 m² (4 m de largura por 90 m de comprimento), e a subparcela, 40 m² (4 m de largura por 10 m de comprimento), e a área útil colhida foi de 17 m² (1,7 m de largura por 10 m de comprimento).

A semeadura, o controle de plantas daninhas e os tratamentos fitossanitários foram realizados conforme as recomendações para cada cultura, quando necessário. A colheita foi realizada com automotriz especial para parcelas, marca Nursery - Master Hidrostatic, com picador de palha adaptado.

Os grãos colhidos nas diferentes subparcelas foram analisados no Laboratório de Qualidade Industrial de Trigo, da Embrapa-CNPT, e avaliados pelos seguintes testes: peso do hectolitro, com balança de peso do hectolitro Dalle Molle, seguindo o método indicado pelo fabricante (Balanças Dalle Molle, 19--); peso de mil grãos, pelo método descrito em Brasil (1992); extração experimental de farinha pelo moinho experimental Quadrumat Senior, da marca Brabender, segundo o método AACC nº 26/94 (American Association of Cereal Chemists, 1983); alveografia, pelo método de análise da AACC nº 54/30 (American Association of Cereal Chemists, 1983). Consi-

TABELA 1. Sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas para trigo. Passo Fundo, RS¹.

Sistema de rotação	Parcela principal				Subparcela															
	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Monocultura	PD	PCD	PCA	CM	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S
Um inverno sem trigo	PD	PCD	PCA	CM	T/S	E/M	T/S	E/M	T/S	E/M	T/S	E/M	T/S	E/M	T/S	E/M	T/S	E/M	T/S	E/So
	PD	PCD	PCA	CM	E/M	T/S	E/M	T/S	E/M	T/S	E/M	T/S	E/M	T/S	E/M	T/S	E/M	T/S	E/So	T/S
Dois invernos sem trigo	PD	PCD	PCA	CM	T/S	Ap/S	E/M	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S
	PD	PCD	PCA	CM	Ap/S	E/M	T/S	Ap/S	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/So
	PD	PCD	PCA	CM	E/M	T/S	Ap/S	E/M	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/So	Ab/S	T/S	E/So	Ab/S

¹ PD: plantio direto; PCD: preparo convencional do solo, com arado de discos; PCA: preparo convencional do solo, com arado de aveicas; CM: cultivo mínimo; Ab: aveia-branca; Ap: aveia-preta; E: ervilhaca; M: milho; S: soja; So: sorgo; T: trigo.

TABELA 2. Informações sobre precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa do ar, do período de junho a outubro de 1994 e de 1995, ocorridas em Passo Fundo, RS.

Ano	Mês				
	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.
Precipitação pluvial (mm)					
1994	199	243	46	162	309
1995	175	136	76	135	199
Temperatura (°C) em 1994					
Mínima	8,8	9,8	9,8	11,9	14,9
Média	12,4	13,5	14,5	16,6	18,8
Máxima	17,9	18,8	21,4	23,1	24,2
Temperatura (°C) em 1995					
Mínima	9,7	11,5	10,8	11,0	11,7
Média	13,7	15,2	15,4	15,4	16,7
Máxima	20,0	20,9	22,0	21,6	22,8
Umidade relativa (%)					
1994	78	75	69	71	77
1995	77	77	70	71	65

TABELA 3. Rendimento de grãos do trigo EMBRAPA 16 obtido em três sistemas de rotação de culturas, em 1994 e 1995. Passo Fundo, RS.

Sistema de rotação de culturas	Ano de cultivo		Média
	1994	1995	
Monocultura ¹	2.490	2.238	2.364,0
Um inverno sem trigo ²	3.434	3.063	3.248,5
Dois invernos sem trigo ³	3.496	2.504	3.000,0

¹ Monocultura trigo/soja.

² Trigo/soja e ervilhaca/milho.

³ Trigo/soja, aveia-branca e ervilhaca/milho.

Fonte: Santos et al. (1998).

deraram-se apenas valores de força geral de glúten (W) e da relação entre a tenacidade e a extensibilidade (P/L); teste de microssedimentação com lauril sulfato de sódio, pelo método proposto por Axford et al. (1978); e número de queda, pelo método proposto por Perten (1964).

Para a análise da variância, os dados foram avaliados usando-se o "procedimento de modelos" linear geral SAS (SAS Institute, 1987).

Foi realizada análise da variância de cada característica qualitativa, dentro de cada ano, dos sistemas de manejo de solo e dos sistemas de rotação de culturas, além da análise das diferentes interações, seguindo recomendações de Pimentel-Gomes (1973). Considerou-se o efeito do ano como aleatório, e o efeito dos diferentes tratamentos, como fixo. A comparação de médias foi feita pela aplicação do teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise da variância (quadrados médios) é apresentado na Tabela 4. O ano de cultivo apresentou grande influência em todas as características de qualidade industrial estudadas (Tabela 5). Em 1994, comparativamente aos valores obtidos em 1995, houve redução das características físicas do grão (peso do hectolitro e peso de mil grãos), bem como na força geral de glúten, na microssedimentação com lauril sulfato de sódio e no número de queda. A precipitação pluvial, em 1994, foi superior à observada em 1995 (Tabela 2), sendo os valores acumulados de junho a outubro, da ordem de 959 e de 721 mm, respectivamente. Nos meses de setembro-outubro, correspondendo às fases de enchimento de grãos e

TABELA 4. Quadrados médios do peso do hectolitro (PH), do peso de mil grãos (PMG), da extração experimental de farinha (EXT), da força geral de glúten (W), da relação tenacidade/extensibilidade (P/L), do número de queda (NQ) e da microssedimentação com lauril sulfato de sódio (MS-SDS) do trigo EMBRAPA 16, submetido a dois anos de cultivo, quatro sistemas de manejo de solo e três sistemas de rotação de culturas. Passo Fundo, RS, 2000.

Fonte de variação	PH	PMG	EXT	W	P/L	NQ	MS-SDS
Ano	631,90*	82,77*	855,10*	5460,12*	1,30*	768180,13*	31,47*
Manejo	5,40*	6,10*	6,05 ^{ns}	865,16 ^{ns}	0,01 ^{ns}	3811,05*	1,77*
Sistema	17,82*	66,67*	39,51*	14854,68*	0,04 ^{ns}	5565,01*	14,26*
Ano x manejo	1,81 ^{ns}	1,10 ^{ns}	2,93 ^{ns}	2019,38 ^{ns}	0,06 ^{ns}	1983,79*	0,67 ^{ns}
Ano x sistema	13,00*	1,52 ^{ns}	6,90 ^{ns}	6318,79*	0,20*	2243,79 ^{ns}	4,87*
Manejo x sistema	2,63 ^{ns}	1,90 ^{ns}	5,64 ^{ns}	343,11 ^{ns}	0,02 ^{ns}	627,66 ^{ns}	0,13 ^{ns}
Ano x manejo x sistema	1,02 ^{ns}	4,25*	2,03 ^{ns}	747,66 ^{ns}	0,04 ^{ns}	1307,51 ^{ns}	0,40 ^{ns}

^{ns} e * Não-significativo e significativo a 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

TABELA 5. Efeito de anos de cultivo e de sistemas de manejo de solo (plantio direto - PD; preparo convencional de solo com arado de discos - PCD; preparo convencional de solo com arado de aivecas - PCA; cultivo mínimo - CM) na qualidade industrial do trigo EMBRAPA 16. Passo Fundo, RS, 2000¹.

Ano de cultivo	Sistemas de manejo de solo				Média	Coef. de variação (%)
	PD	PCD	PCA	CM		
Peso do hectolitro (kg/hL)						
1994	70,54aA	70,27aA	71,06aA	69,29aA	70,29b	1,92
1995	76,74aA	76,48aA	76,03aA	75,61aA	76,21a	1,28
Média	73,64A	73,37A	73,54A	72,45A		
Peso de mil grãos (g)						
1994	32,87aA	31,66aA	32,47aA	33,57aA	32,64b	2,33
1995	35,18aA	34,33aA	34,56aA	35,07aA	34,78a	1,64
Média	34,02A	32,99A	33,51A	34,31A		
Extração experimental de farinha (% base 14% de umidade)						
1994	65,16aA	65,27aA	65,59aA	65,61aA	65,41a	2,85
1995	57,93aA	57,68aA	59,86aA	58,59aA	58,51b	3,29
Média	61,54A	61,48A	62,72A	62,10A		
Força geral de glúten (10 ⁻⁴ J)						
1994	185,67aA	216,00aA	208,11aA	189,33aA	199,78b	16,83
1995	214,33aA	203,78aA	225,44aA	225,22aA	217,19a	5,82
Média	200,00A	209,89A	216,78A	207,28A		
P/L ²						
1994	0,93aA	1,04aA	1,08aA	0,90aA	0,99a	27,14
1995	0,70aA	0,70aA	0,69aA	0,78aA	0,72b	11,18
Média	0,81A	0,87A	0,88A	0,84A		
Microssedimentação com lauril sulfato de sódio (mL)						
1994	12,87aA	13,78aA	13,44aA	13,18aA	13,32b	4,01
1995	14,44aA	14,62aA	15,13aA	14,36aA	14,64a	3,41
Média	13,66A	14,20A	14,29A	13,77A		
Número de queda (segundos)						
1994	193,78bA	187,22bA	224,33bA	168,89bB	193,55b	11,98
1995	411,22aA	386,67aB	405,11aA	397,55aB	400,14a	4,01
Média	302,5A	286,94B	314,72A	283,22B		

¹ Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não apresentam diferenças significativas a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

² P: tenacidade; L: extensibilidade.

de início da maturação do trigo, a precipitação acumulada em 1994 foi de 471 mm, e em 1995, de 334 mm.

Segundo Noda et al. (1994), a germinação pré-cozida do trigo é induzida quando os grãos absorvem água a baixas temperaturas, e com isso, a enzima α -amilase sintetizada na camada de aleurona do endosperma e no escutelo do embrião é responsável pela redução da qualidade da farinha. Finney & Yamazaki (1967) sugerem que o molhamento causado pela chuva e posterior secagem dos grãos reduzem o peso do hectolitro, em consequência da diminuição de sua densidade. De acordo com Bhatt et al. (1981), a redução do peso do hectolitro é resultante da alta taxa de respiração, associada aos grãos germinados, que consomem carboidratos acumulados nos grãos. Hirano (1976) observou que a precipitação pluvial antes da maturação fisiológica do trigo promove decréscimo no enchimento do grão, diminuindo o peso de mil grãos e aumentando a atividade enzimática. Esta última é a principal causa da redução das características qualitativas da farinha, pois as enzimas ativadas promovem alterações no amido e nas proteínas. De acordo com este mesmo autor, o estágio de maturação em que se encontram os grãos no momento em que recebe molhamento pode determinar redução ou acréscimo na extração de farinha.

Na média dos anos estudados, o peso do hectolitro, o peso de mil grãos, a extração experimental de farinha, a força geral de glúten, a relação P/L e a microssedimentação com lauril sulfato de sódio não apresentaram diferenças significativas em relação aos sistemas de manejo de solo (Tabela 5). Nesse mesmo período, o cultivo mínimo e o preparo convencional do solo com arado de discos propiciaram redução no número de queda, em relação aos demais sistemas de manejo do solo.

Na média dos anos estudados também não houve diferenças significativas entre os sistemas de rotação de culturas, no peso de mil grãos, na extração experimental de farinha, na relação P/L e no número de queda (Tabela 6). O sistema de rotação de culturas com dois invernos sem trigo apresentou o maior valor de peso do hectolitro, enquanto no sistema um inverno sem trigo (trigo/soja e ervilhaca/milho) e na monocultura trigo/soja, os valores médios não diferiram. Santos et al. (1996) obtiveram menor peso do

hectolitro na monocultura, em ensaios de rotação de culturas sobre o trigo, realizados em Guarapuava, PR. A monocultura apresentou maior valor de força geral de glúten e de microssedimentação com lauril sulfato de sódio. Este fato parece estar relacionado com a mais baixa produção de grãos obtida neste sistema, comparativamente aos demais (Tabela 3). De acordo com Zentner et al. (1990) e Borghi et al. (1995), o incremento na produção de grãos pode resultar na diluição do N na planta, fator este que pode comprometer a qualidade de glúten.

O sistema de rotação dois invernos sem trigo, que envolveu a presença da ervilhaca, não repercutiu no incremento da força geral de glúten. Este fato seria esperado em um sistema de rotação de culturas que envolvesse uma leguminosa, o que demonstra que a melhoria da força geral de glúten obtida por López-Bellido et al. (1998) quando utilizaram o grão-de-bico e a fava, em sistemas de rotação de culturas, não foi comprovada em relação à ervilhaca.

Observou-se que a relação P/L foi menor no sistema de rotação um inverno sem trigo (trigo/soja e ervilhaca/milho) e no ano de 1994. Nos demais tratamentos e na média dos resultados, foram observadas diferenças significativas.

A interação sistemas de manejo de solo, de rotação de culturas e ano de cultivo foi significativa apenas para o peso de mil grãos (Tabela 7). Na média dos resultados de anos x métodos de manejo do solo, os maiores valores do peso de mil grãos foram obtidos em 1995, independentemente do sistema de manejo empregado. Entretanto, o preparo convencional do solo com arado de discos foi estatisticamente semelhante ao cultivo mínimo em 1994.

Na média dos sistemas de rotação de culturas, a monocultura foi responsável pela redução do peso de mil grãos, enquanto um e dois invernos sem trigo não apresentaram diferenças significativas. Santos et al. (1996) verificaram que a monocultura pode reduzir o peso de mil grãos. Com relação ao ano de cultivo, em 1994, no preparo convencional de solo com arado de disco, observou-se redução significativa no peso de mil grãos, quando foi utilizada a monocultura. Em 1995, a monocultura não afetou o peso de mil grãos, independentemente do método de manejo do solo.

TABELA 6. Efeito de anos de cultivo e de sistemas de rotação de culturas na qualidade industrial do trigo EMBRAPA 16. Passo Fundo, RS, 2000¹.

Ano de cultivo	Sistemas de rotação de culturas			Média	Coef. de variação (%)
	Monocultura ²	Um inverno sem trigo ³	Dois invernos sem trigo ⁴		
Peso do hectolitro (kg/hL)					
1994	69,71bA	70,52bA	70,64bA	70,29b	2,12
1995	75,99aB	74,81aC	77,84aA	76,21a	1,23
Média	72,86B	72,66B	74,24A		
Peso de mil grãos (g)					
1994	30,84aA	33,26aA	33,82aA	32,64b	4,76
1995	32,73aA	35,98aA	35,63aA	34,78a	2,40
Média	31,79A	34,62A	34,72A		
Extração experimental de farinha (% base 14% de umidade)					
1994	64,27aA	66,58aA	65,37aA	65,40a	2,92
1995	56,70bA	59,12bA	59,71bA	58,51b	3,53
Média	60,49A	62,85A	62,54A		
Força geral de glúten (10 ⁻³ J)					
1994	245,00aA	189,17aB	165,17bC	199,78b	17,35
1995	227,92aA	211,17aA	212,50aA	217,19a	8,63
Média	236,46A	200,17B	188,83B		
P/L ⁵					
1994	1,116aA	0,876aB	0,971aA	0,988a	24,58
1995	0,678bA	0,804aA	0,673 bA	0,719b	12,94
Média	0,897A	0,840A	0,822A		
Microsedimentação com lauril sulfato de sódio (mL)					
1994	14,38bA	13,32 bB	12,25 bC	13,32b	4,89
1995	15,33aA	13,98 aB	14,60 aB	14,64a	6,10
Média	14,86A	13,65B	13,42B		
Número de queda (segundos)					
1994	217,83bA	193,67bA	169,17bA	193,56b	14,29
1995	402,83aA	406,08aA	391,50aA	400,14a	8,43
Média	310,33A	299,88A	280,33A		

¹ Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não apresentam diferenças significativas a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

² Monocultura trigo/soja.

³ Trigo/soja e ervilhaca/milho.

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

⁵ P: tenacidade; L: extensibilidade.

TABELA 7. Efeito de ano de cultivo, e de sistemas de manejo de solo (plantio direto - PD; preparo convencional de solo com arado de discos - PCD; preparo convencional de solo com arado de aivecas - PCA; cultivo mínimo - CM) e de rotação de culturas no peso de mil grãos (g). Passo Fundo, RS, 2000¹.

Manejo de solo	Sistemas de rotação de culturas			Média
	Monocultura ²	Um inverno sem trigo ³	Dois invernos sem trigo ⁴	
1994				
PD	31,70aB	32,37cB	34,53bA	32,87c
PCD	27,97bB	33,27cA	33,73bcA	31,66d
PCA	31,07aA	33,20cA	33,13dcA	32,47cd
CM	32,63aA	34,20bA	33,87bcA	33,57b
1995				
PD	33,13aB	36,67aA	35,73aA	35,18a
PCD	32,53aB	36,20aA	34,27bcA	34,33ab
PCA	32,53aB	35,47abA	35,67abA	34,56a
CM	32,73aB	35,60abA	36,87aA	35,07a
Média	31,79B	34,62A	34,72A	

¹ Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não apresentam diferenças significativas a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

² Monocultura trigo/soja.

³ Trigo/soja e ervilhaca/milho.

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

CONCLUSÕES

1. O preparo convencional de solo com arado de discos e o cultivo mínimo reduzem o número de queda.
2. O sistema de rotação de culturas com dois invernos sem trigo eleva o peso do hectolitro.
3. A monocultura de trigo eleva a força geral de glúten e os valores obtidos no teste de microsedimentação com lauril sulfato de sódio.
4. O peso de mil grãos é afetado pela interação de sistemas de manejo de solo, rotação de culturas e ano de cultivo.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS (Saint Paul, Estados Unidos). **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists**. 8.ed. St. Paul, 1983. 2v.
- AXFORD, D.W.E.; McDERMOTT, E.E.; REDMAN, D.G. Small-scale tests of bread-making quality. **Milling Feed and Fertiliser**, Uxbridge, v.161, p.18-20, May 1978.
- BALANÇAS DALLE MOLLE (Caxias do Sul, RS). **Instruções para montagem da balança peso específico**. Caxias do Sul, [19--].
- BEQUETTE, R.K. Influence of variety and "environment" on wheat quality. **Association of Operative Millers Bulletin**, Leawood, p.5443-5450, May 1989.
- BHATT, G.M.; PAULSEN, G.M.; KULP, K.; HEYNE, E. Preharvest sprouting in hard winter wheats: assessment of methods to detect genotypic and nitrogen effects and interactions. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v.58, n.4, p.300-302, 1981.
- BORGHI, B.; GIORDANI, G.; CORBELLINI, M.; VACCINO, P.; GUERMANDI, M.; TODERI, G. Influence of crop rotation, manure and fertilizers on bread making quality of wheat (*Triticum aestivum* L.). **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v.4, n.1, p.37-45, 1995.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Instrução normativa n.1, de 27 de janeiro de 1999. **Diário Oficial** (da República Federativa do Brasil), Brasília, n.20, p.132-134, 29 jan. 1999. Seção 1.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. p.194-195.
- CAMPBELL, C.A.; DAVIDSON, H.R.; WARDER, F.G. Effects of fertilizer N and soil moisture on yield, yield components, protein content and N accumulation in the aboveground parts of spring wheat. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v.57, p.311-327, 1977.
- FINNEY, K.; YAMAZAKI, W. Quality of hard, soft and durum wheats. In: QUNSENBERRY, K.S.; REITZ, L.P. (Ed.). **Wheat and wheat improvement**. Madison : American Society of Agronomy, 1967. p.471-503. (ASA Agronomy, 13).
- HIRANO, J. Effects of rain in ripening period on the grain quality of wheat. **Japan Agricultural Research Quarterly**, Ibaraki, v.10, n.4, p.168-173, 1976.
- HUCKLESBY, D.P.; BROWN, C.M.; HOWELL, S.E.; HAGEMAN, R.H. Late spring applications of nitrogen for efficient utilization and enhanced production of grain and grain protein of wheat. **Agronomy Journal**, Madison, v.63, p.274-276, 1971.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (Londrina, PR). **Recomendações técnicas para a cultura do trigo no Paraná**: 1997. Londrina, 1997. 105p. (IAPAR. Circular, 92).
- JIA, Y.; MASBOU, V.; AUSSENAC, T.; FABRE, J.; DEBAEKE, P. Effects of nitrogen fertilization and maturation conditions on protein aggregates and the breadmaking quality of Soissons, a common wheat cultivar. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v.73, n.1, p.123-130, 1996.
- LOPÉZ-BELLIDO, L.; FUENTES, M.; CASTILLO, J.E.; LÓPEZ-GARRIDO, F.J. Effects of tillage, crop rotation and nitrogen fertilization on wheat-grain quality grown under rainfed Mediterranean conditions. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.57, n.3, p.265-276, 1998.
- MANDARINO, J.M.G. **Aspectos importantes para a qualidade do trigo**. Londrina : Embrapa-CNPSo, 1993. p.12-24. (Embrapa-CNPSo. Documentos, 60).
- NODA, K.; KAWABATA, C.; KAWAKAMI, N. Response of wheat grain to ABA and imbibition at low temperature. **Plant Breeding**, Berlin, v.113, p.53-57, 1994.

- PERTEN, H. Application of the falling number method for evaluating alpha-amylase activity. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v.41, n.3, p.127-140, 1964.
- PIMENTEL-GOMES, F. Experimentos em parcelas subdivididas: experimentos em faixa. In: _____. **Curso de Estatística Experimental**. 5.ed. Piracicaba : USP, 1973. p.198-229.
- RAO, A.C.S.; SMITH, J.L.; JANDHJYALA, V.K.; PAPENDICK, R.I.; PARR, J.F. Cultivar and climatic effects on the protein content of soft white winter wheat. **Agronomy Journal**, Madison, v.85, p.123-128, 1993.
- 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, 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 de plantio direto, em Guarapuava, PR. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.4, p.259-267, abr. 1996.
- SAS INSTITUTE (Cary, Estados Unidos). **SAS system for elementary statistical analysis**. Cary, 1987. 416p.
- ZENTNER, R.P.; BOWREN, K.E.; EDWARDS, W.; CAMPBELL, C.A. Effects of crop rotations and fertilization on yields and quality of spring wheat grown on a black Chernozem in north central Saskatchewan. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.70, p.383-397, 1990.