

RESPOSTAS DO TRIGO AOS ESTRESSES CAUSADOS POR BAIXA LUMINOSIDADE E EXCESSO DE ÁGUA NO SOLO

PARTE II - TESTE NO CAMPO¹

PEDRO LUIZ SCHEEREN², FERNANDO IRAJÁ FÉLIX DE CARVALHO e
LUIZ CARLOS FEDERIZZI³

RESUMO - O experimento foi feito no campo, na Estação Experimental Agronômica da UFRGS, em Eldorado do Sul, RS, no ano de 1987. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito dos estresses causados por excesso de água no solo e por redução de luz sobre 12 genótipos de trigo (*Triticum aestivum* L.). Foi observado que o estresse causado por sombreamento, com 40% de redução da luminosidade, causou significativa modificação em caracteres de importância agronômica, como estatura da planta, número de afilhos férteis por planta, comprimento do pedúnculo, número de espiguetas férteis por espiga, número máximo de grãos por espiguetas, peso da planta, e peso de grãos por planta; além disso, proporcionou incremento do número de espiguetas estéreis por espiga. As reduções causadas por excesso de água no solo foram menos significativas para o trigo do que as causadas pelo sombreamento, em função, principalmente, das condições de ambiente ocorridas durante o período de cultivo.

Termos para indexação: características agronômicas, genótipos de trigo, *Triticum aestivum*, sombreamento.

WHEAT RESPONSES TO STRESSES CAUSED BY LOW LIGHT INTENSITY AND WATER EXCESS IN THE SOIL PART II - FIELD TESTING

ABSTRACT - The experiment was carried out in the field at the Agronomic Experimental Station of the Federal University of Rio Grande do Sul, in Brazil. The objective of this work was to assess the effect of stresses caused by water excess in the soil and by light reduction on 12 wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. It was observed that the stress caused by shading, with 40% light reduction, caused significant modifications in agronomically important characters, like plant stature, number of fertile tillers per plant, peduncle length, number of fertile spikelets per spike, maximum number of grains per spikelet, plant weight and grain weight per plant; moreover, it increased the number of sterile spikelets per spike. The reductions caused by water excess in the soil were less significant to wheat as compared to the ones caused by shading, mainly as a result of environment conditions over cropping period.

Index terms: *Triticum aestivum*, plant stature, fertile tillers, number of grains per spikelet, sterile spikelets, shading, genotypes.

INTRODUÇÃO

¹ Aceito para publicação em 7 de março de 1995.

Extraído da Tese apresentada pelo primeiro autor para obtenção do grau de Doutor em Ciências, Dep. de Genética, Univ. Fed. do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS.

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

³ Eng. Agr., Ph.D., Prof. Fac. de Agron. da Univ. Fed. do Rio Grande do Sul (UFRGS), Dep. Fitot., Caixa Postal 776, CEP 91509-900, Porto Alegre, RS.

As condições climáticas no sul do Brasil, durante os períodos de cultivo do trigo, são bastante variáveis entre regiões. Na região tritícola formada pelos Estados do Rio Grande do Sul (RS), Santa Catarina (SC) e sul do Paraná (PR), ocorrem, freqüentemente, invernos e primaveras chuvosos e muitos dias nublados, proporcionando excesso de umidade relativa do ar e do solo. Considerando apenas o Rio Grande do Sul, no período de cultivo do

trigo (maio - novembro), a luminosidade tende a ser reduzida, pois cerca de 40% dos dias são nublados, o que pode ser constatado pelas observações meteorológicas (IPAGRO, 1979). Buriol et al. (1977) realizaram um balanço hídrico seriado do Rio Grande do Sul, utilizando o método de Thornthwaite e Mather, e verificaram que, num período de 58 anos considerados, entre 1913 e 1973, ocorreram diversos períodos com excessos hídricos. Na Estação Agrometeorológica de Passo Fundo (Passo Fundo, RS), conforme os autores, para os meses de julho, agosto e setembro, foram registrados os excessos hídricos superiores a 90 milímetros (mm) mensais de precipitação pluvial em mais de 50% dos anos considerados no balanço hídrico. Para o Rio Grande do Sul, a precipitação pluvial normal, durante o período maio - novembro, foi superior a 1000 mm (Boletim, 1984; IPAGRO, 1989), o que representa um excesso, se comparado às reais necessidades do trigo de primavera, que variam de 45 a 90 mm mensais (Martinez Santana et al., 1983), ou, em média 2,2 mm diários, conforme Matzenauer (1992).

Confrontando as médias de rendimento de trigo das três últimas décadas (1960-1990), no Rio Grande do Sul, com dados meteorológicos, foi possível verificar que houve estreita relação entre anos muito chuvosos (excesso de umidade do ar, encharcamento do solo e baixa luminosidade) e anos em que houve frustração de safra na cultura do trigo.

Nos Estados Unidos, Boyer (1982) apresentou dados em que o recorde de rendimento foi de 14.500 kg/ha de grãos de trigo de inverno, e no mesmo período, o rendimento médio foi de apenas 1.880 kg/ha. Esta diferença, entre o rendimento máximo e o rendimento médio, foi causada por perdas principalmente por ambiente desfavorável (82%), além de moléstias, pragas e plantas daninhas. Estas perdas eram representadas por seca (40,8%), excesso de água (16,4%), frio, granizo, vento, insetos, moléstias e alagamento. Na França, Guérif (1983) apontou que os rendimentos do trigo apresentaram importantes variações entre anos agrícolas e sempre ligadas às flutuações das condições climáticas.

Danos indiretos também ocorrem quando a umidade é excessiva. Reitz (1976) relata que nestas condições (umidade excessiva) há tendência de prolifera-

ção de plantas daninhas e de criação de um ambiente favorável ao acamamento e aos patógenos da parte aérea das plantas.

No Rio Grande do Sul, segundo Caetano (1979), a produtividade teórica das cultivares de trigo poderia superar 12.000 kg/ha, enquanto a produtividade técnica seria de 9.800 kg/ha.

Em solos com excesso de água, a difusão do O_2 a partir da atmosfera é reduzida por causa do baixo coeficiente de difusão do O_2 na água (Yu et al., 1969). Além disto, segundo Kramer (1969), a aeração deficiente das raízes causa decréscimo da absorção de água pelas plantas. O O_2 também é importante para remoção do CO_2 e de outras substâncias tóxicas presentes no solo encharcado.

Conforme relatado por Luxmoore et al. (1973), longos períodos de inundações (20 a 30 dias), em experimentos em campo e em vasos causaram decréscimo de até 73% na produtividade de grãos, determinada principalmente pela redução no peso médio dos grãos; também, a senescência de folhas era maior com inundações, diminuindo a área fotossintética, pela menor duração da área foliar (Kramer, 1951).

A porosidade das raízes é outro fator importante, pois foi verificado, por Luxmoore & Stolzy (1972), que as plantas com raízes de maior porosidade tinham maior concentração de oxigênio dentro e nas extremidades, e eram menos dependentes da aeração do solo. Potencialmente, a modificação na porosidade das raízes poderia ser um fator fundamental no arranjo de sistemas radiculares com alta adaptabilidade a uma série de condições de ambiente no solo.

A formação de raízes adventícias é mais um fator que pode contribuir para amenizar os efeitos do encharcamento do solo (Kramer, 1951; Jackson, 1955; Luxmoore & Stolzy, 1969), pois estas raízes, mais porosas que as primárias, possuem estrutura cortical com lacunas (aerênquimas), permitindo o abastecimento de oxigênio gasoso por transporte interno, a partir da parte aérea.

Ao estudar o problema da baixa luminosidade, Willey & Holliday (1971) concluíram que a ocorrência de períodos com bastante nebulosidade pode originar deficiência fotossintética e, como consequência, causar considerável redução no peso e número de grãos. Plantas submetidas à deficiência de luz

após o estágio de florescimento, segundo Judel & Mengel (1982), tiveram uma redução de 20% no peso de grãos. Wendt & Caetano (1985) observaram redução de mais de 50% da matéria seca em genótipos de trigo submetidos a baixa luminosidade.

No trigo, vários são os caracteres afetados pela luz. Warlaw (1970) mostrou que a diminuição da intensidade luminosa reduziu o peso do colmo, assim como o dos grãos, mas a magnitude do efeito variou com a fase de crescimento. Aspinal & Paleg (1964) acentuaram que, quanto maior a intensidade de luz em que as plantas crescem, tanto maiores as taxas de crescimento e afilhamento. Baixas temperaturas retardaram a taxa de afilhamento, sem causar redução. Friend et al. (1963) e Rickman et al. (1985) também observaram os efeitos da luminosidade sobre a presença e desenvolvimento das plantas; elas respondiam à baixa luminosidade, omitindo filhos.

Rahman et al. (1977) verificaram que o número de espiguetas era o menor no nível de menor intensidade de luz, em todos os genótipos avaliados. Contudo, o efeito da redução de luminosidade foi diferente em diferentes cultivares, o que está de acordo com Ledent (1982), que advertiu que deveria ser utilizado o máximo cuidado na interpretação e possível uso dos resultados sobre diferentes caracteres.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi executado no campo, na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), localizada no município de Eldorado do Sul, RS. A EEA/UFRGS tem como coordenadas geográficas: 30°05'52", latitude sul e 51°39'38", longitude oeste. Sua altitude é de 46 m. O clima é subtropical úmido, com temperatura média anual de 19,6°C, havendo oscilação entre 14,3 e 25,2°C, para as temperaturas mensais (IPAGRO, 1979). A precipitação média anual é de 1.398 mm. O solo da EEA/UFRGS é classificado como Laterítico Bruno-Avermelhado distrófico, pertencente à unidade de mapeamento São Jerônimo.

A preparação do solo, anteriormente corrigido quanto ao pH, foi realizada conforme o sistema convencional (aração e gradeação). Além disto, foram aplicados, como adubação de base, 250 kg/ha da fórmula 10-30-10 de NPK. O N em cobertura, na forma de uréia, foi aplicado aos 20 e aos 35 dias, totalizando cerca de 45 kg/ha. A semeadu-

ra, realizada em 19 de junho de 1987, foi manual. Foram semeadas cinco fileiras de 3,0 m de comprimento, com espaços de 0,30 m entre fileiras e entre sementes dentro de uma mesma fileira. Este procedimento foi repetido em doze genótipos (IAS 20, BH 1146, BR 14, IAC 5 - Maringá, Nobre, PF 839204 (= BR 34), PF 84431 (= BR 37), PF 84432, PF 85845, PF 843025, PF 843083 e PF 853048) e em quatro tratamentos, resultando na formação de quatro blocos (um para cada tratamento). Os tratos culturais, aplicados durante o ciclo do trigo, estiveram de acordo com as recomendações da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo (1987). O experimento foi inteiramente casualizado, e cada planta representava uma repetição dos tratamentos.

Os tratamentos utilizados foram: Trat. I - Testemunha. Nenhum estresse foi aplicado às plantas de trigo; Trat. II - Com estresse causado por apenas sombreamento. Foi utilizada uma cobertura de sombrite que permitia a passagem de apenas 60% da luminosidade (o que correspondeu, em média, a 205,2 cal/cm²/dia ou 8,59 MJ/m²/dia) recebida pelo Tratamento I. A redução da luz foi iniciada em 4 de setembro de 1987, correspondente à Fase 6 da escala de Feekes & Large (Large, 1954) e sua duração foi até 4 de outubro de 1987, correspondendo à Fase 10.1 da escala de Feekes & Large, totalizando 30 dias de sombreamento). Trat. III - Com excesso de água no solo (encharcamento do solo). Este tratamento constou do encharcamento artificial do solo por um período de 50 dias (9 de setembro de 1987 a 30 de outubro de 1987, correspondente às Fases 6 e 10.5 da escala de Feekes & Large, respectivamente), de maneira que, semanalmente, era adicionada quantidade de água ao solo, dependente da quantidade de precipitação pluvial ocorrida em cada período de sete dias. Desta forma, em cada parcela foi adicionada água em quantidade superior a 250 mm mensais, o que representou, para os 21 dias de setembro, 212 mm de água, e para os 30 dias de outubro, 264 mm de água. Estes valores estavam bastante acima das médias mensais nos meses de setembro e outubro, neste local, caracterizando o excesso hídrico desejado, semelhante aos que ocorrem em anos de muita chuva. A retenção de água nas parcelas foi conseguida mediante a construção de taipas de terra, à semelhança do método utilizado na cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul. Estas taipas, construídas ao redor dos canteiros experimentais, após fechadas, faziam com que as plantas permanecessem crescendo em solo uniformemente inundado (com excesso de água). Trat. IV - Com excesso de água no solo e com sombreamento das plantas de trigo. Neste tratamento, foram aplicados os tratamentos 2 e 3, utilizando o mesmo método anteriormente descrito.

Entre 12 e 18 de novembro de 1987, foi realizada a colheita. Para cada tratamento, 30 plantas foram arrancadas e deixadas expostas ao sol durante um ou mais dias e, depois, amarradas em feixes e levadas para laboratório de apoio para execução das aferições programadas.

As determinações dos caracteres de cada planta foram assim feitas: a) número de afilhos férteis por planta - contagem do número de afilhos férteis (com espiga fértil) por planta; b) estatura da planta - medida, em centímetros, da base da planta ao ápice da espiga, excetuando as aristas; c) comprimento do pedúnculo - medido, em centímetros, do último nó, até a base da espiga; d) número de espiguetas estéreis - contagem do número de espiguetas estéreis na base da espiga principal de cada planta; e) número de espiguetas férteis por espiga - contagem do número de espiguetas férteis da espiga principal de cada planta; f) número máximo de grãos por espiguetas - contagem do número máximo de grãos formados na espiguetas central da espiga principal de cada planta; g) peso total da parte aérea - determinação do peso das plantas, em gramas, após o corte na base da planta para eliminação do sistema radicular; h) peso de grãos por planta - determinação, após a trilha das plantas, individualmente, do peso total dos grãos, em gramas.

Os dados obtidos foram analisados com auxílio do programa de computação SAS (SAS Institute INC., 1985). Foi aplicado o teste de Tuckey, para comparação de médias entre tratamentos, a 1% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram avaliadas, neste estudo, 1.405 plantas de trigo. Ao final do tratamento de sombreamento, quando foram anotadas as fases de crescimento de cada parcela, verificou-se que no tratamento em que

havia apenas excesso de água, as plantas estavam, em sua maioria, coincidentes ou mais precoces do que as sem este estresse. Por outro lado, com sombreamento, os genótipos IAC 5, PF 84431 (BR 37) e PF 853048 mostraram um aumento no ciclo. Já os genótipos BH 1146 e PF 84432 revelaram maior precocidade com sombreamento, enquanto os demais não mostraram alteração aparente de ciclo. Além disso, ainda por observação visual, foi verificado que por ocasião da colheita os genótipos submetidos ao tratamento de sombreamento tiveram atraso, na maturação, de três dias, na maioria dos genótipos.

Para avaliação dos dados, foi feita, inicialmente, uma análise da variância. Conforme é demonstrado na Tabela 1, os valores de todos os caracteres estudados foram altamente significativos, indicando a existência de variabilidade entre genótipos e entre tratamentos. Também os valores de interação foram altamente significativos.

Nas Tabelas 2 até 9 estão anotados os resultados do teste de Tukey para as médias dos tratamentos, onde ficou claramente demonstrado que os tratamentos que incluíram estresse causado por sombreamento foram os que maior prejuízo causaram às plantas de trigo, em todos os caracteres avaliados. Quanto a estatura, número de afilhos, número de espiguetas férteis e número máximo de grãos, não houve diferença significativa entre os tratamentos II e IV, que tiveram os piores desempenhos. Considerando o peso de grãos por planta e o peso da planta, os valores mais elevados ocorreram no tratamento-testemunha, ficando os tratamentos com

TABELA 1. Quadrados médios da análise da variância, médias (X), coeficientes de determinação (R^2) e coeficientes de variação (CV) do Experimento nº 1 - Teste dos genitores sob estresse de água e luz, a campo (EEA/UFRGS, 1987).

Fontes de variação	GL	Altura (cm)	Pedúnculo (cm)	Peso de grãos (g)	Nº de afilhos por planta	Nº espiguetas estéreis por espiga	Nº espiguetas férteis por espiga	Nº máx. grãos na espiga central	Peso de planta (g)
Modelo	47	3668,25**	762,35**	1135,65**	343,28**	32,92**	69,80**	17,74**	7372,97**
Erro	1357	26,40	10,56	29,31	14,10	0,52	2,22	0,26	287,36
X		96,49	38,37	16,36	13,17	1,41	21,20	3,96	50,38
R ²		0,83	0,71	0,57	0,46	0,69	0,52	0,70	0,47
CV		5,32	8,47	33,10	28,52	51,04	7,03	12,97	33,65
Variabilidade	11	14535,85**	1900,27**	1002,89**	643,71**	84,17**	177,00**	55,34**	4208,97**
Tratamento	3	1483,64**	3230,92**	11684,80**	2186,49**	137,49**	323,23**	59,73**	80265,52**
Var x Trat	33	244,31**	158,63**	220,90**	75,53**	6,34**	11,03**	1,39**	1801,03**

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 2. Médias de estatura da planta (cm) em 12 genótipos de trigo, submetidos a tratamentos de estresse (EEA/UFRGS, 1987).

Genótipo e número	Tratamento				CV %
	Tratamento I ¹	Tratamento II ²	Tratamento III ³	Tratamento IV ⁴	
01 IAS 20	108,96 B ⁵	106,36 B	118,00 A	105,50 B	5,79
02 BH 1146	106,44 A	103,71 BC	103,36 AB	102,36 C	6,36
03 BR 14	98,19 A	92,22 B	96,18 A	92,18 B	5,53
04 IAC 5 - Maringá	113,03 A	108,64 B	114,49 A	109,17 B	4,55
05 Nobre	115,17 A	115,55 A	113,19 A	112,56 A	5,46
06 PF 839204 (BR 34)	92,46 A	86,61 B	93,14 A	87,13 B	4,94
07 PF 84431 (BR 37)	87,54 B	88,00 B	84,09 C	90,63 A	4,02
08 PF 84432	94,56 A	82,97 C	94,76 A	90,04 B	4,60
09 PF 85845	86,85 BC	88,26 AB	84,10 C	90,93 A	4,48
10 PF 843025	93,53 A	87,36 BC	90,13 B	86,56 C	5,62
11 PF 843083	93,83 A	89,85 B	93,55 A	88,77 B	5,17
12 PF 853048	80,14 A	80,34 A	80,95 A	78,64 A	6,10
Médias	97,5 B	95,1 C	98,6 A	94,9 C	

¹ Normal ou testemunha.² Com sombreamento artificial.³ Com excesso de água no solo.⁴ Com sombreamento artificial e excesso de água no solo.⁵ Médias acompanhadas da mesma letra, na horizontal, não diferem estatisticamente entre si a 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.**TABELA 3. Médias de comprimento de pedúnculo em 12 genótipos de trigo, submetidos a tratamentos de estresse (EEA/UFRGS, 1987).**

Genótipo e número	Tratamento				CV %
	Tratamento I ¹	Tratamento II ²	Tratamento III ³	Tratamento IV ⁴	
01 IAS 20	45,13 A ⁵	36,64 B	44,26 A	34,37 B	14,44
02 BH 1146	45,55 A	37,44 B	44,60 A	37,32 B	10,80
03 BR 14	39,42 A	32,51 B	40,11 A	31,56 B	8,01
04 IAC 5-Maringá	48,24 A	39,82 B	48,23 A	40,79 B	7,49
05 Nobre	49,38 A	43,24 A	43,42 A	38,88 C	7,42
06 PF 839204 (BR 34)	41,23 A	33,86 B	39,77 A	34,04 B	7,54
07 PF 84431 (BR 37)	33,94 A	34,97 A	30,64 B	34,30 A	7,51
08 PF 84432	38,76 A	32,55 C	39,07 A	34,61 B	6,46
09 PF 85845	35,00 B	34,48 B	34,14 B	39,47 A	7,44
10 PF 843025	41,86 A	36,25 B	42,10 A	35,44 B	6,52
11 PF 843083	41,97 A	37,10 B	42,45 A	34,69 C	6,72
12 PF 853048	30,55 A	31,91 A	31,60 A	30,95 A	6,48
Médias	40,8 B	36,2 C	41,5 A	35,3 D	

¹ Normal ou testemunha.² Com sombreamento artificial.³ Com excesso de água no solo.⁴ Com sombreamento artificial e excesso de água no solo.⁵ Médias acompanhadas da mesma letra, na horizontal, não diferem estatisticamente entre si a 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 4. Médias do número de filhios férteis por planta em 12 genótipos de trigo submetidos a tratamentos de estresse (EEA/UFRGS, 1987).

Genótipo e número	Tratamento				CV %
	Tratamento I ¹	Tratamento II ²	Tratamento III ³	Tratamento IV ⁴	
01 IAS 20	18,09 A ⁵	10,94 B	15,63 A	9,90 B	34,48
02 BH 1146	17,61 A	11,56 B	11,96 B	11,42 B	29,79
03 BR 14	18,97 A	13,29 B	15,48 B	15,79 B	25,12
04 IAC 5 - Maringá	12,52 AB	9,54 C	13,11 A	10,30 BC	31,67
05 Nobre	17,28 A	10,33 C	13,65 B	12,25 BC	28,77
06 PF 839204 (BR 34)	14,34 A	9,75 B	14,14 A	10,70 B	27,29
07 PF 84431 (BR 37)	11,88 B	8,78 C	14,82 A	11,30 B	25,78
08 PF 84432	21,79 A	12,79 B	20,79 A	16,17 B	27,77
09 PF 85845	10,85 B	7,52 C	8,24 C	13,33 A	29,29
10 PF 843025	18,36 A	12,66 B	12,55 B	12,24 B	26,73
11 PF 843083	17,94 A	11,61 B	15,77 A	12,77 B	24,45
12 PF 853048	13,00 A	7,19 B	13,80 A	8,62 B	29,55
Médias	24,05 A	11,49 C	17,72 B	12,28 C	

¹ Normal ou testemunha.² Com sombreamento artificial.³ Com excesso de água no solo.⁴ Com sombreamento artificial e excesso de água no solo.⁵ Médias acompanhadas da mesma letra, na horizontal, não diferem estatisticamente entre si a 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.**TABELA 5. Médias do peso de grãos por planta em 12 genótipos de trigo submetidos a tratamentos de estresse (EEA/UFRGS, 1987).**

Genótipo e número	Tratamento				CV %
	Tratamento I ¹	Tratamento II ²	Tratamento III ³	Tratamento IV ⁴	
01 IAS 20	22,13 A ⁵	9,29 C	16,52 B	8,63 C	34,42
02 BH 1146	18,87 A	9,78 C	12,36 B	7,64 C	37,43
03 BR 14	27,68 A	11,61 C	17,59 B	12,18 C	33,14
04 IAC 5 - Maringá	19,27 A	8,92 C	14,74 B	8,59 C	38,60
05 Nobre	24,45 A	11,05 C	16,15 B	10,81 C	36,39
06 PF 839204 (BR 34)	25,60 A	12,79 B	25,18 A	15,39 B	30,30
07 PF 84431 (BR 37)	21,82 A	10,44 C	16,91 B	16,63 B	29,57
08 PF 84432	30,03 A	12,14 C	22,93 B	13,17 C	34,55
09 PF 85845	20,85 A	12,77 B	13,43 B	25,07 A	34,55
10 PF 843025	25,69 A	14,88 B	15,39 B	12,44 B	29,87
11 PF 843083	29,00 A	14,32 C	21,48 B	12,88 C	27,48
12 PF 853048	19,64 A	10,62 B	18,20 A	10,71 B	32,10
Médias	16,07 A	10,56 D	14,28 B	12,09 C	

¹ Normal ou testemunha.² Com sombreamento artificial.³ Com excesso de água no solo.⁴ Com sombreamento artificial e excesso de água no solo.⁵ Médias acompanhadas da mesma letra, na horizontal, não diferem estatisticamente entre si a 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 6. Médias do número de espiguetas estéreis na espiga principal de plantas de trigo submetidas a tratamentos de estresse (EEA/UFRGS, 1987).

Genótipo e número	Tratamento				CV %
	Tratamento I ¹	Tratamento II ²	Tratamento III ³	Tratamento IV ⁴	
01 IAS 20	0,45 C ⁵	1,06 B	1,30 B	2,23 A	52,59
02 BH 1146	0,22 B	1,98 A	0,36 B	1,94 A	54,99
03 BR 14	0,94 A	1,85 B	1,59 B	2,79 A	42,85
04 IAC 5 - Maringá	1,82 C	4,03 A	2,49 B	4,42 A	32,15
05 Nobre	0,69 B	2,38 A	0,81 B	2,19 A	38,20
06 PF 839204 (BR 34)	1,14 B	2,07 A	2,21 A	2,04 A	46,32
07 PF 84431 (BR 37)	0,00 B	1,07 A	0,00 B	0,63 A	105,32
08 PF 84432	0,94 B	0,79 B	1,52 A	1,17 AB	59,51
09 PF 85845	0,00 B	0,06 B	0,00 B	0,40 A	338,54
10 PF 843025	0,08 B	1,22 A	0,06 B	1,00 A	89,99
11 PF 843083	0,11 C	1,56 A	0,64 B	1,65 A	69,86
12 PF 853048	1,45 B	3,19 A	1,40 B	2,90 A	41,14
Médias	0,67 D	1,83 B	1,13 C	2,04 A	

¹ Normal ou testemunha.² Com sombreamento artificial.³ Com excesso de água no solo.⁴ Com sombreamento artificial e excesso de água no solo.⁵ Médias acompanhadas da mesma letra, na horizontal, não diferem estatisticamente entre si a 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 7. Médias do número de espiguetas férteis na espiga principal de plantas de trigo submetidas a tratamentos de estresse (EEA/UFRGS, 1987).

Genótipo e número	Tratamento				CV %
	Tratamento I ¹	Tratamento II ²	Tratamento III ³	Tratamento IV ⁴	
01 IAS 20	22,65 A ⁵	21,81 AB	22,70 A	21,10 B	7,41
02 BH 1146	20,30 A	18,10 B	19,80 A	18,52 B	7,68
03 BR 14	22,36 A	21,00 B	22,37 A	19,00 C	7,15
04 IAC 5 - Maringá	22,21 A	19,72 B	21,49 A	19,86 B	8,02
05 Nobre	20,72 A	18,02 C	20,23 AB	19,44 B	8,06
06 PF 839204 (BR 34)	20,77 A	19,14 B	19,86 AB	19,70 AB	8,06
07 PF 84431 (BR 37)	22,36 AB	20,89 C	22,91 A	21,59 BC	5,14
08 PF 84432	23,00 A	21,62 B	22,55 AB	22,30 AB	7,80
09 PF 85845	22,85 A	22,58 A	22,48 A	21,07 B	4,19
10 PF 843025	22,64 A	20,56 B	22,16 A	21,04 B	6,01
11 PF 843083	23,00 A	20,15 C	22,03 B	20,58 C	6,16
12 PF 853048	23,68 B	21,28 C	25,20 A	22,81 B	7,43
Médias	22,25 A	20,30 C	21,86 B	20,48 C	

¹ Normal ou testemunha.² Com sombreamento artificial.³ Com excesso de água no solo.⁴ Com sombreamento artificial e excesso de água no solo.⁵ Médias acompanhadas da mesma letra, na horizontal, não diferem estatisticamente entre si a 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 8. Médias de número máximo de grãos por espiguetas em 12 genótipos de trigo submetidos a tratamentos de estresse (EEA/UFRGS, 1987).

Genótipo e número	Tratamento				CV %
	Tratamento I ¹	Tratamento II ²	Tratamento III ³	Tratamento IV ⁴	
01 IAS 20	4,65 A ⁵	4,10 B	3,78 BC	3,47 C	15,81
02 BH 1146	3,17 A	2,42 B	3,12 A	2,39 B	17,28
03 BR 14	4,06 A	3,63 B	4,00 A	3,15 C	13,44
04 IAC 5 - Maringá	4,82 A	3,26 C	3,97 A	3,48 C	14,33
05 Nobre	3,72 A	2,98 B	3,72 A	3,00 B	12,75
06 PF 839204 (BR 34)	4,94 A	4,14 C	4,57 AB	4,79 BC	12,17
07 PF 84431 (BR 37)	5,54 A	4,36 B	5,27 A	4,70 B	11,41
08 PF 84432	4,38 A	3,76 B	4,07 AB	3,96 B	11,95
09 PF 85845	5,74 A	5,16 B	5,67 A	5,13 B	10,22
10 PF 843025	4,03 A	3,22 B	4,10 A	3,28 B	10,56
11 PF 843083	4,03 A	3,29 B	3,97 A	3,42 B	13,25
12 PF 853048	4,74 A	3,78 C	4,30 B	3,76 C	13,03
Médias	4,50 A	3,61 C	4,14 B	3,60 C	

¹ Normal ou testemunha.² Com sombreamento artificial.³ Com excesso de água no solo.⁴ Com sombreamento artificial e excesso de água no solo.⁵ Médias acompanhadas da mesma letra, na horizontal, não diferem estatisticamente entre si a 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.**TABELA 9. Médias do peso (g) total da parte aérea de plantas de trigo submetidas a tratamentos de estresse (EEA/UFRGS, 1987).**

Genótipo e número	Tratamento				CV %
	Tratamento I ¹	Tratamento II ²	Tratamento III ³	Tratamento IV ⁴	
01 IAS 20	92,30 A ⁵	42,48 C	66,82 B	39,30 C	35,93
02 BH 1146	70,26 A	35,78 B	40,32 B	31,84 B	35,47
03 BR 14	74,81 A	38,93 C	54,59 B	44,41 BC	33,16
04 IAC 5 - Maringá	58,12 AB	32,62 C	49,74 B	33,14 CC	38,12
05 Nobre	74,17 A	36,93 B	50,62 B	46,69 BC	36,60
06 PF 839204 (BR 34)	66,89 A	41,36 B	69,54 A	45,00 B	30,61
07 PF 84431 (BR 37)	58,48 A	34,67 B	61,82 A	45,74 B	29,89
08 PF 84432	83,59 A	12,79 B	71,07 A	46,74 B	32,52
09 PF 85845	56,00 A	33,94 B	35,81 B	68,40 A	36,00
10 PF 843025	69,97 A	35,53 B	42,06 B	35,12 B	32,26
11 PF 843083	72,92 A	37,32 C	58,23 B	39,35 C	28,78
12 PF 853048	60,45 A	32,50 B	62,30 A	31,71 B	33,41
Médias	69,46 A	36,78 D	55,11 B	41,07 C	

¹ Normal ou testemunha.² Com sombreamento artificial.³ Com excesso de água no solo.⁴ Com sombreamento artificial e excesso de água no solo.⁵ Médias acompanhadas da mesma letra, na horizontal, não diferem estatisticamente entre si a 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

excesso de água em valores intermediários e restando os valores inferiores tratamento com sombreamento. As médias do número de espiguetas estéreis (ou esterilidade basal) evidenciaram, mais uma vez, os danos causados às plantas pelo estresse de menor quantidade de luz, e, em menor escala, os estresses causados por um período prolongado de encharcamento do solo.

Visando à quantificação e comprovação da existência de variabilidade nas características agrônômicas avaliadas, foram analisadas as médias dos tratamentos dentro de cada genótipo. Nas Tabelas 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 são evidenciados os desempenhos dos genótipos, diante dos tratamentos, para cada caráter, e, na Tabela 10, as médias dos genótipos para os quatro tratamentos.

Considerando as médias obtidas para estatura da planta (Tabela 2), pode-se verificar que nos genótipos Nobre e PF 853048 não houve diferença estatística entre os tratamentos.

Em geral, os tratamentos com sombra foram os que sofreram as maiores reduções de estatura. O genótipo de maior porte foi o Nobre, e o mais baixo, o PF 853048 (Tabela 10).

As médias de comprimento de pedúnculo dos genótipos (Tabela 3) indicaram, após análise estatística, padrões bastante semelhantes aos obtidos quanto a estatura da planta, onde o Nobre e o PF 853048 apresentaram os valores extremos

(Tabela 10). Ainda na Tabela 3, pode-se verificar que as cultivares mais antigas (genótipos 1 a 5) mantiveram um comportamento semelhante entre si, nos tratamentos analisados.

Comparando o número de afilhos por planta na Tabela 4, é possível observar grande similaridade no comportamento estatístico dos genótipos, em que a maioria obteve a maior média no Tratamento I, excetuando-se, mais uma vez, os genótipos PF 84431 (BR 37) e PF 85845, nos quais o maior número de afilhos ocorreu nos Tratamentos III e IV, respectivamente. É possível que isto tenha ocorrido devido a alguma mancha de solo que não foi detectada, embora o solo se apresentasse aparentemente uniforme por ocasião da instalação do experimento. Observa-se, ainda, que IAS 20, PF 839204 (BR 34), IAC 5, PF 84432 e PF 853048 não mostraram diferença estatística entre os Tratamentos I e III, e que o Tratamento que mais causou dano às plantas foi o II, com sombreamento, que revelou as menores médias. Considerando o número médio de afilhos nos quatro tratamentos, PF 84432 foi o genótipo com maior média, enquanto PF 85845 e PF 853048 demonstraram comportamento inferior ao dos demais genótipos (Tabela 10).

O peso médio de grãos por planta (Tabela 5) foi diminuído drasticamente pelos tratamentos de estresse, na maioria dos genótipos estudados, excetuando-se as linhagens PF 839204 (BR 34),

TABELA 10. Médias e coeficientes de variação, para oito caracteres de planta em 12 genótipos de trigo submetidos a tratamentos de estresse (EEA/UFRGS, 1987).

Genótipo e número	Estatura de planta (cm)	Comprimento de pedúnculo (cm)	Nº de afilhos férteis por planta	Peso de grãos por planta (g)	Nº espiguetas estéreis por espiga	Nº espiguetas férteis por espiga	Nº máx. de grãos por espiguetas	Peso da parte aérea por planta (g)
01 IAS 20	111,57 B ¹	39,64 CD	13,28 DE	13,53 EF	1,32 E	22,01 BC	3,96 EF	57,86 AB
02 BH 1146	103,81 C	40,45 C	12,77 G	11,51 G	1,29 E	18,98 I	2,70 I	42,32 F
03 BR 14	94,71 D	35,42 G	15,70 B	16,71 BC	1,83 C	21,08 EF	3,68 G	51,87 C
04 IAC 5 - Maringá	111,32 B	44,24 B	11,36 F	12,86 FG	3,18 A	20,81 F	3,87 E	43,32 EF
05 Nobre	114,49 A	45,39 A	13,15 E	15,62 CD	1,56 D	19,42 H	3,37 H	51,02 CD
06 PF 839204 (BR 34)	90,11 F	37,61 E	12,43 E	20,29 A	1,82 C	19,93 G	4,56 C	56,85 B
07 PF 84431 (BR 37)	88,12 G	34,04 H	10,99 F	16,19 BCD	0,52 G	21,73 CD	4,91 B	47,60 CDE
08 PF 84432	90,78 EF	36,44 F	18,15 A	20,36 A	1,10 F	22,40 B	4,06 DE	61,76 A
09 PF 85845	87,35 G	35,35 G	9,56 G	17,20 B	0,08 H	22,39 B	5,44 A	46,19 DEF
10 PF 843025	86,69 F	39,18 D	14,20 CD	17,65 B	0,56 G	21,66 CD	3,68 G	47,60 CDE
11 PF 843083	91,57 E	39,18 D	14,50 C	19,64 A	0,98 F	21,43 DE	3,67 G	52,11 C
12 PF 853048	79,91 L	31,95 I	10,48 FG	14,79 DE	2,27 B	23,06 A	4,16 D	46,40 DEF
Média geral	96,49	38,37	13,17	16,36	1,41	21,20	3,96	50,38
Coefficiente de variação (%)	5,32	8,47	28,52	33,10	51,04	7,03	12,97	33,64

¹ Médias acompanhadas de mesma letra, na vertical, não diferem estatisticamente entre si a 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

PF 85845 e PF 853048, nas quais o Tratamento I não foi superior, isoladamente, aos demais. Novamente, ficou evidenciado que os tratamentos com sombreamento foram os que mais reduziram o peso de grãos por planta. Alcançaram melhores rendimentos de grãos por planta os genótipos PF 84432, PF 843083 e BR 14 no Tratamento I (Tabela 5) e, na média geral, PF 839204 (BR 34), PF 84432 e PF 843083 tiveram os maiores rendimentos médios de grãos por planta (Tabela 10).

Na Tabela 6, é mostrado que somente PF 84431 (BR 37) e PF 85845 não apresentaram esterilidade nem no Tratamento I, nem no Tratamento III (com excesso de água) e que, na média geral (Tabela 10), PF 85845, PF 84431 (BR 37) e PF 843025 apresentaram os menores valores. IAC 5 foi a cultivar que maior esterilidade basal apresentou na média dos tratamentos. Ainda na Tabela 6, vê-se que a combinação de estresses (tratamento IV) foi a causa que mais contribuiu para aumentar o número de espiguetas estéreis na base das espigas de trigo e que, isoladamente, o sombreamento causou maior esterilidade do que o encharcamento de solo, na maioria dos casos.

Ao ser considerado o número de espiguetas férteis (Tabela 7), foi notado que os tratamentos com sombra foram os que maior redução causaram. O Tratamento III mostrou resultados semelhantes ao do Tratamento I (testemunha), exceto no que tange aos genótipos PF 843083 e PF 853048. BH 1146 foi o genótipo que, na média geral (Tabela 10), apresentou menor número de espiguetas férteis por planta, enquanto PF 853048 foi o que teve o maior número.

Mais uma vez, PF 84431 (BR 37) e PF 85845 revelaram desempenho superior ao dos demais, quando analisado o número máximo de grãos formados na espiguetas central das espigas avaliadas (Tabela 8). BH 1146, com média geral de 2,70 grãos por espiguetas, foi o genótipo com desempenho inferior (Tabela 10). Os tratamentos II e IV foram os que maior redução causaram, enquanto os resultados do Tratamento III, com excesso de água no solo, revelaram valores estatisticamente iguais aos da testemunha, exceto para os genótipos IAS 20 e PF 853048.

Os resultados incluídos nas Tabelas 9 e 10 comprovam que o peso médio da parte aérea de plantas de trigo apresentou grande variação entre e dentro

dos genótipos estudados. Para o Tratamento I, os valores variaram de 56,0 g, em PF 85845, até 92,30 g, em IAS 20. Na média geral, PF 84432 revelou o maior peso, com 61,76 g, contra apenas 42,32 g obtidos por BH 1146. Foi evidenciado, também, que, em geral, os tratamentos com sombra causaram maior queda no peso das plantas do que o tratamento com excesso de água no solo. Por outro lado, PF 839204 (BR 34), PF 84431 (BR 37), PF 84432 e PF 853048 tiveram comportamento estatisticamente igual ao das plantas-testemunhas, quando comparados aos Tratamentos I e III. IAS 20 e PF 839204 (BR 34) foram os genótipos com maiores médias, quando submetidos ao sombreamento.

Os resultados demonstram que diferentes genótipos responderam de maneira distinta aos estresses aplicados.

Os valores dos coeficientes de variação, incluídos na Tabela 1, evidenciaram a dificuldade de serem avaliados alguns dos caracteres. Entre os caracteres com maior coeficiente de variação, podem ser destacados o número de afilhos férteis (CV = 33,10 %), o número de espiguetas estéreis (CV = 51,04 %), o peso da planta (CV = 33,65 %) e o peso de grãos por planta (CV = 28,52 %), sendo que os três primeiros são considerados muito altos, em relação à classificação estabelecida por Pimentel-Gomes (1985). Os coeficientes de determinação apresentados na Tabela 1, com amplitude entre 0,46 e 0,83, evidenciaram que, no que se refere a alguns dos caracteres, como estatura da planta, comprimento de pedúnculo, número de espiguetas estéreis por espiga e número máximo de grãos por espiguetas, os modelos aplicados explicaram grande parte da variação ocorrida. Entretanto, para número de afilhos férteis, peso de grãos por planta, número de espiguetas férteis e peso de planta, foi pouco expressivo o ajuste dos modelos aplicados, o que indica que outros fatores, não considerados na análise, interferiram na expressão fenotípica dos genótipos. Nestes caracteres, onde o ajuste dos modelos foi menor, os coeficientes de variação estiveram todos próximos a 0,50, oscilando entre 0,46 e 0,57. Mereceram destaque, também na Tabela 1, as expressivas médias gerais obtidas quanto aos caracteres número de afilhos férteis, número de espiguetas férteis, número máximo de grãos por espiguetas e peso

de grãos por planta, o que atesta o excelente desenvolvimento das plantas neste experimento.

A antecipação ou retardamento do florescimento e o atraso verificado por ocasião da colheita, em alguns genótipos quando submetidos ao sombreamento artificial, esteve de acordo com o que anteriormente havia sido verificado por Friend et al. (1963), onde o espigamento e a antese ocorreram significativamente antes com o aumento da intensidade luminosa e com a elevação da temperatura. Este retardamento da colheita poderia ser explicado pela diminuição da taxa de assimilação líquida de CO₂, causada por uma menor atividade fotossintética das plantas, quando submetidas a reduzida luminosidade.

Observando os resultados na Tabela 2, é possível notar que os tratamentos com melhor desempenho foram os que não incluíam estresse causado por sombreamento e que, quando as plantas foram sombreadas, significativas reduções foram verificadas. Para estatura de planta, onde há interesse em plantas de porte mais baixo, a redução foi acompanhada pela diminuição do tamanho do pedúnculo. Contudo, apesar de parecer um comportamento favorável, estas reduções de comprimento foram acompanhadas pelo decréscimo do diâmetro do colmo, que proporcionaram ocorrência mais acentuada do acamamento, causado pela fragilidade generalizada do colmo o que já havia sido observado em trabalhos anteriores (Warlaw, 1970; Luxmoore et al., 1973; Rickman et al., 1985), e pela redução do sistema radicular, conforme citações anteriores (Letej et al., 1957; Hurd, 1968).

Vê-se, na Tabela 3, que as variedades mais antigas, como IAS 20, BH 1146, IAC 5 e Nobre, foram as que apresentaram maiores estaturas de planta, todas superiores a 1 m. Por outro lado, cultivares desenvolvidas e recomendadas para cultivo mais recentemente, como BR 14, BR 34 (PF 839204) e BR 37 (PF 84431), revelaram ter menor porte do que as anteriores e, da mesma forma, as demais linhagens avaliadas, em fase de testes para recomendação comercial de cultivo, também tiveram menor estatura, o que evidencia progressos alcançados pelos programas de melhoramento genético de trigo no sul do Brasil, quanto a este caráter.

Quanto à resposta dos genótipos em face dos estresses aplicados, para os caracteres estatura de planta e comprimento de pedúnculo, os resultados obtidos nos genótipos individualmente mostraram algumas diferenças entre si. Nos genótipos Nobre e PF 853048 não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos para o caráter estatura de planta, o mesmo ocorrendo para PF 853048, em relação ao caráter comprimento de pedúnculo, evidenciando comportamento semelhante frente aos estresses, para os dois caracteres, neste genótipo. Já a variedade Nobre, para o caráter comprimento de pedúnculo, revelou acentuadas diferenças quando comparados os tratamentos com e sem sombreamento. Este fato poderia ser explicado pelas diferenças de comprimento e número de entrenós dos genótipos, uma vez que, conforme Warlaw (1970), a magnitude dos efeitos do ambiente sobre os genótipos variava com a fase de crescimento e com o entrenó sob observação.

De maneira geral, os resultados das Tabelas 2 e 3 indicaram que os estresses que incluíam sombreamento artificial (Tratamentos II e IV) tiveram maior efeito sobre as plantas de trigo do que aqueles causados por excesso de água no solo (Tratamento III), que mostraram comportamento similar ao Tratamento I na maioria dos casos, para estatura e comprimento de pedúnculo. Entre os genótipos que tiveram resposta diferenciada, podem ser destacados PF 84431 (BR 37) e PF 85845, que são linhagens de mesma origem e que tiveram estaturas médias estatisticamente similares (Tabela 10). Estas linhagens revelaram porte mais alto para os Tratamentos II e IV, com sombreamento (Tabela 2). Ao que parece, esta estatura superior revelada no Tratamento IV foi devido ao maior crescimento ocorrido no pedúnculo (Tabela 3) e último entrenó, após cessado o sombreamento artificial, uma vez que estes são os últimos pontos de crescimento para aumento de estatura de planta em trigo, confirmando um período de mais intenso crescimento do pedúnculo mesmo sob estresse (Warlaw, 1970). Além disto, conforme Spiertz et al. (1971), as plantas de trigo permanecem aumentando seu porte até, aproximadamente, 21 dias após a antese, sendo que, neste experimento, o sombreamento foi cessado por ocasião da antese, permitindo às plantas o crescimento

normal durante o restante de seu ciclo. Outro fato a ser destacado e que, provavelmente, favoreceu este Tratamento III, foi a pequena precipitação pluvial registrada após a retirada do sombrite. Desta forma, o excesso de água aplicado no Tratamento III serviu como suplementação de umidade no solo, beneficiando as plantas de trigo após cessado o estresse. Com maior teor de umidade no solo, mas sem causar estresse, as plantas puderam melhorar o seu sistema radicular, o que favoreceu a relação parte aérea: sistema radicular, que deve estar em equilíbrio para que ocorra perfeito desenvolvimento das plantas.

O número de afilhos férteis por planta (Tabela 4), seguiu padrões de comportamento, entre tratamentos, bastante semelhantes aos caracteres já discutidos. Entretanto, os altos valores observados para os coeficientes de variação, apesar de uniformes entre si, expressaram a dificuldade de serem executados experimentos onde o objetivo seja quantificar ou mesmo selecionar genótipos com desempenho superior, quando houver um reduzido número de indivíduos representando cada genótipo. Apesar disso, neste experimento, foi possível identificar alguns genótipos superiores em número de afilhos férteis, entre os quais podem ser destacados PF 84432, BR 14, PF 843025 e PF 843083, considerando a média geral (Tabela 10). Por outro lado, PF 84431 (BR 37), PF 85845 e PF 853048, que apresentaram os menores valores para número de afilhos, foram os genótipos que revelaram colmos de maior diâmetro (dados não apresentados), sugerindo uma distribuição diferenciada dos assimilados dentro da planta, nestes genótipos.

Comparando o número de afilhos férteis com as médias de peso de grãos, por tratamento e no geral (Tabelas 4, 5 e 10), pode ser notado que não houve uma consistente relação entre os dois caracteres, onde o genótipo PF 839204 (BR 34) alcançou o expressivo peso médio de 10,22 g de grãos por planta, o que foi devido ao seu excelente desempenho sob estresse de excesso de água no solo, não diferindo do tratamento-testemunha para os dois caracteres. Tiveram comportamento diferenciado também os genótipos PF 84431 (BR 37) e PF 85845 que, apesar do reduzido número de afilhos, alcançaram excelentes médias de peso de grãos, e PF 853048, que foi destaque apenas no Tratamento III.

Nos demais casos, os genótipos com destaque para número de afilhos repetiram o comportamento superior para peso de grãos por planta. Todavia, para este caráter, a influência do Tratamento III foi mais nítida, onde 10 dos 12 genótipos foram estatisticamente diferentes do Tratamento-testemunha, formando uma classe intermediária entre o Tratamento-testemunha (I) e os Tratamentos com sombra (II e IV), que foram aqueles com menor expressão. Também para este caráter, peso de grãos por planta, os altos coeficientes de variação sugerem que as conclusões devem ser cautelosas se a amostragem for de pequena frequência de indivíduos.

A partir das discrepâncias verificadas entre afilhamento e produção de grãos por planta, foram estudados os demais componentes do rendimento e sua influência na produção de grãos. Conforme assinalado anteriormente, o número de espiguetas estéreis, contadas na base das espigas de trigo, foi muito importante para diferenciar os genótipos entre si, pois genótipos com menor número de afilhos produziram maior peso de grãos por planta, confirmando os resultados de Hulc & Baker (1988), que não encontraram correlação entre afilhamento e rendimento de grãos. Pela observação dos resultados obtidos (Tabela 6), foi possível verificar que nas linhagens PF 84431 (BR 37) e PF 85845 não houve esterilidade basal nos Tratamentos I e III e que nos tratamentos envolvendo sombreamento, o número de espiguetas estéreis oscilou entre 0,6 e 1,7. As médias gerais (Tabela 10), com inexpressivos valores de esterilidade observados para linhagens com maior peso de grãos por planta sugerem que há uma relação estreita entre ausência de esterilidade e peso de grãos por planta. Também IAC 5, com a maior esterilidade basal e baixo peso de grãos por planta (Tabela 10), reforça esta idéia. No entanto, PF 839204 (BR 34), parece não confirmar esta relação, pois foi estatisticamente superior em peso de grãos, mas apresentou expressiva esterilidade basal, equivalente a de BR 14, que também teve boa produção de grãos. Ao que parece, a esterilidade basal não foi o fator fundamental na expressão do peso de grãos por planta, confirmando a citação de Ledent (1982) de que nenhum caráter morfológico específico ou componente de rendimento poderia, consistentemente, explicar diferenças de rendimento en-

tre cultivares, especialmente se estas não diferirem, grandemente, em adaptação à condição local, em relação às moléstias e potencial genético de afilhamento e precocidade.

Contudo, os dados da Tabela 6 evidenciaram os progressos obtidos no melhoramento de trigo no sentido de reduzir a esterilidade basal, uma vez que as linhagens apresentaram menor esterilidade basal do que as cultivares mais antigas, indicando a possibilidade de melhoria para o caráter. Além disto, quando submetidos a estresses, os genótipos avaliados revelaram comportamentos estatisticamente similares, na maioria dos casos, sugerindo que a variabilidade observada foi consistente em diferentes ambientes, à semelhança do que havia sido referido anteriormente por Hulc & Baker (1988), em relação ao caráter número de espigas.

A combinação dos resultados anteriormente discutidos, juntamente com os dados obtidos para número de espiguetas férteis e número máximo de grãos por espiguetas, sugere que uma planta de trigo somente produzirá maior peso de grãos se houver um equilíbrio entre os componentes de rendimento. Tiveram destaque, para número máximo de grãos por espiguetas os genótipos PF 85845, PF 84431 (BR 37) e PF 839204 (BR 34), quando considerada a média geral. Todavia, ao serem comparadas as médias por tratamento, foi verificado que todos os genótipos diminuíram significativamente a formação de grãos por espiguetas, quando submetidos aos Tratamentos II e IV, o mesmo ocorrendo em relação ao Tratamento III, mas sem diferença estatística significativa na maioria dos casos. Estes valores evidenciaram que genótipos com expressiva formação de grãos por espiguetas, associados a um intenso número de espiguetas, poderão ser produtores de maior peso de grãos, desde que estes grãos apresentem bom desenvolvimento (o que significa alto peso médio por grão). Hulc & Baker (1988) também já haviam observado significativa associação entre rendimento e peso de grãos.

Entre os genótipos testados, o peso de mil grãos (PMG) (dados não apresentados) mais elevados foram observados nos genótipos PF 843025, BH 1146 e PF 839204 (BR 34), ficando PF 853048 e PF 85845 com os valores mais baixos. Desta maneira, poderia

ser explicado por que PF 84432 e PF 839204 (BR 34) tiveram maior peso de grãos por planta. Por outro lado, para o genótipo PF 853048, o PMG explica também o inexpressivo desempenho no peso de grãos por planta, apesar de este ter apresentado superior desempenho para número de espiguetas férteis e expressivo número de grãos por espiguetas.

Ao serem analisados conjuntamente o peso de grãos e o peso de planta, os resultados mostraram que, ao ser estabelecida uma relação entre os caracteres, a cultivar IAS 20 produziu maior quantidade de palha por grama de grão produzido do que as linhagens PF 84432, PF 839204 (BR 34), PF 84431 (BR 37), PF 85845, PF 843025 e PF 853083 (BR 34). Isto sugere que há um gasto excessivo de energia por parte das cultivares mais antigas, para a formação de palha, se comparadas às linhagens. Evolutivamente, isto poderia ser explicado como uma defesa da planta no caso de ocorrerem mudanças de ambiente, garantindo -lhe as reservas de energia necessárias para completar o ciclo de crescimento e desenvolvimento.

Além disto, os resultados parecem confirmar as conclusões de Austin et al. (1980), segundo as quais as cultivares de porte mais baixo, portadoras do gene Rht2, apresentaram maior número de grãos por espiguetas, pois, neste estudo, os genótipos de menor porte, que têm, teoricamente, maior resistência ao acamamento e mais elevado índice de colheita, revelaram possuir mais expressiva capacidade de formação de grãos por espiguetas.

CONCLUSÕES

1. Os estresses causados por sombreamento e excesso de água no solo provocaram profundas modificações nos diferentes caracteres das plantas de trigo.
2. As alterações mais expressivas foram determinadas pela redução de luz, principalmente, em caracteres de importância agrônômica.
3. Os efeitos de sombreamento e de excesso de água no solo foram determinantes na individualização dos genótipos testados, permitindo a formação de dois grupos distintos (cultivares antigas e recentes).

REFERÊNCIAS

- ASPINAL, D.; PALEG, L.G. Effects of day length and light intensity of growth of barley. III. Vegetative development. *Australian Journal of Biological Science*, v.17, p.807-822, 1964.
- AUSTIN, R.B.; BINGHAM, J.C.; BLACKWELL, R.D.; EVANS, L.T.; FORD, M.A.; MORGAN, C.L.; TAYLOR, M. Genetic improvements in winter wheat yields since 1900 and associated physiological changes. *Journal of Agricultural Science*, v.94, p.675-689, 1980.
- BOLETIM AGROMETEOROLÓGICO DO CENTRO MACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 1979-1983. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1984.
- BOYER, J.S. Plant productivity and environment. *Science*, v.218, p.443-448, 1982.
- BURIOL, G.A.; ESTEFANEL, V.; SACCOL, A.V.; FONTANA, G.; FERREIRA, M.; SCHNEIDER, F.; AITA, L.; GIARETTA, A. *Balanço hídrico seriado do Rio Grande do Sul*. Santa Maria: UFSM-CCR-Departamento de Fitotecnia, 1977. 216p. (UFSM-CCR-Departamento de Fitotecnia. Publicação Avulsa, 2).
- CAETANO, V. da R. *Avaliação de prejuízos causados por pragas e doenças no Brasil*. [S.l.: s.n.], 1979. 17p. Trabalho apresentado no VI Ciclo de Atualização em Ciências Agrárias, Curitiba.
- COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO. *Recomendações da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo para a cultura do trigo em 1987*. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1987. 74p.
- FRIEND, D.J.C.; FISHER, J.E.; HELSON, V.A. The effect of light intensity and temperature on floral initiation and inflorescence development of Marquis wheat. *Canadian Journal of Botany*, v.41, p.1663-1674, 1963.
- GUÉRIF, M. Structure de la variabilité du rendement du blé d'hiver dans quelques départements céréaliers français. I. Variabilité entre années et entre départements du peuplement d'épis et du poids de grains par épi. *Agronomie*, v.3, p.917-923, 1983.
- HULC, P.; BAKER, R.J. An evaluation of common spring wheat germplasm for tillering. *Canadian Journal of Plant Science*, v.68, p.1129-1123, 1988.
- HURD, E.A. Growth of roots of seven varieties of spring wheat at wheat at high and low moisture levels. *Agronomy Journal*, v.60, p.201-205, 1968.
- IPAGRO. *Observações meteorológicas do Estado do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, 1979. 272p. (IPAGRO. Boletim Técnico, 3).
- IPAGRO. Seção de Ecologia Agrícola. *Atlas agroclimático do Estado do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, 1989. v.1.
- JACKSON, W.T. The role of adventitious roots in recovery of shoots following flooding of the original root systems. *American Journal of Botany*, v.42, p.816-819, 1955.
- JUDEL, G.K.; MENGEL, K. Effect of shading on nonstructural carbohydrates and their turnover in culms on leaves during the grain period of spring wheat. *Crop Science*, v.22, p.958-962, 1982.
- KRAMER, P.J. Causes of injury to plants resulting from flooding of the soil. *Plant Physiology*, v.26, p.722-736, 1951.
- KRAMER, P.J. Factors affecting the absorption of water. In: KRAMER, P.J. *Plant & soil water relationships: a modern synthesis*. New York: McGraw-Hill, 1969. p.174-213.
- LARGE, E.C. Growth stages in cereals. Illustration of the Feekes Scale. *Plant Pathology*, v.3, p.128-129, 1954.
- LEDENT, J.F. Morphology and yield in winter wheat grown in high yielding conditions. *Crop Science*, v.22, p.1115-1120, 1982.
- LETEY, J.; STOLZY, L.H.; BLANK, G.B. Effect of duration and timing of low soil oxygen content on shoot and root growth. *Agronomy Journal*, v.54, p.34-37, 1957.
- LUXMOORE, R.J.; STOLZY, L.H. Oxygen diffusion in the soil-plant system. VI. A synopsis with commentary. *Agronomy Journal*, v.64, p.725-729, 1972.
- LUXMOORE, R.J.; STOLZY, L.H. Root porosity and growth responses of rice and maize to oxygen supply. *Agronomy Journal*, v.61, p.202-204, 1969.
- LUXMOORE, R.J.; FISCHER, R.A.; STOLZY, L.H. Flooding and soil temperature effects on wheat during grain filling. *Agronomy Journal*, v.65, p.361-364, 1973.

- MARTINEZ SANTANA, J. de J.; GONZALEZ SAAVEDRA, A. J. A.; GARCIA DOMINGUEZ, C.; GARCIA ANGUIZ, I. A.; MORENO RAMOS, O. H.; RODRIGUEZ CASAS, J.; CASTRO GONZALES, C.H.; GUERRA SOBREVILLA, L.; CRUZ, E. C. de la. **Guia para producir trigo en el sur de Sonora**. Sonora: Sarh/INIA/CIANO, 1983. 24p.
- MATZENAUER, R. Evapotranspiração de plantas cultivadas e coeficientes de cultura. In: BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M.A.; MATZENAUER, R.; FONTANA, D.C.; CUNHA, G.R.; SANTOS, M.L.V.; FARIAS, J.R.B.; BARNI, N.A. **Agrometeorologia aplicada à irrigação**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 1992. Cap.3, p.33-47.
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 11.ed. Piracicaba: Nobel, 1985. 466p.
- RAHMAN, M.S.; WILSON, J.H.; AITKEN, Y. Determination of spikelet number in wheat. II. Effect of varying light level, on ear development. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.28, p.575-581, 1977.
- REITZ, L.P. **Wheat in the United States**. Washington: USDA, 1976. (USDA. Agricultural Information Bulletin, 386).
- RICKMAN, R.W.; KLEPPER, B.; PETERSON, C.M. Wheat seedling growth and developmental response to incident photosynthetically active radiation. **Agronomy Journal**, v.77, p.283-287, 1985.
- SAS INSTITUTE. **SAS user's guide: statistics version**. 5.ed. Cary, NC, 1985. 956p.
- SPIERTZ, J.H.J.; TEN HAG, B.A.; KUPERS, L.J.P. Relation between green area duration and grain yield in some varieties of spring wheat. **Netherlands Journal Agricultural Science**, v.19, p.211-222, 1971.
- WARLAW, I.F. The early stages of grain development in wheat: response to light and temperature in a single variety. **Australian Journal of Biological Science**, v.23, p.765-774, 1970.
- WENDT, W.; CAETANO, V. da R. **Efeito do sombreamento artificial em trigo**. [S.l.: s.n.], 1985. 7p. Trabalho apresentado no IV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 1985, Londrina, PR.
- WILLEY, R.W.; HOLLIDAY, R. Plant population and shading studies in barley. **Journal of Agricultural Science**, v.77, p.445-452, 1971.
- YU, P.T.; STOLZY, L.H.; LETEY, J. Survival of plant under prolonged flooded conditions. **Agronomy Journal**, v.61, p.844-847, 1969.