

ANÁLISE DA CAPACIDADE COMBINATÓRIA DE SEIS CARACTERES ADAPTATIVOS EM TRIGO (*TRITICUM AESTIVUM* L.)¹

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

RESUMO - O experimento foi conduzido, em campo, na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, EEA/UFRGS, em Eldorado do Sul, RS, em 1987. O objetivo do experimento foi a análise da capacidade combinatória em relação a seis caracteres, em dez genótipos de trigo. Quando foram analisados os aspectos genéticos envolvidos na expressão dos caracteres avaliados, foi possível observar que os efeitos aditivos tiveram significativa influência na expressão dos caracteres estatura de planta, comprimento de pedúnculo, número de afilhos férteis por planta, número de espiguetas férteis por espiga, peso de grãos por planta e número máximo de grãos por espiguetas. Foram identificados, ainda, significantes efeitos não-aditivos para os caracteres comprimento de pedúnculo, número de espiguetas férteis por espiga e número máximo de grãos por espiguetas.

Termos para indexação: estatura da planta, pedúnculo, afilhos, espiguetas, peso do grão, trigo.

COMBINING ABILITY OF SIX AGRONOMIC TRAITS IN WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.)

ABSTRACT - The experiment was carried out in the field at the Estação Experimental Agronômica of Universidade Federal do Rio Grande do Sul, EEA-UFRGS, in Eldorado do Sul, Rio Grande do Sul, Brazil, in 1987. The objective of the experiment was to analyze the combining ability involving six traits in ten wheat genotypes. When the genetic aspects involved in the traits assessed were analyzed, it was observed that the additive effects had significant influence on the expression of the following traits: plant stature, peduncle length, number of fertile tillers per plant, number of fertile spikelets per spike, grain weight per plant, and maximum grain number per spikelet. Significant non-additive effects for the traits peduncle length, number of fertile spikelets per spike and maximum grain number per spikelet were also identified.

Index terms: plant stature, peduncle, tillers, spikelets, grain weight, wheat.

INTRODUÇÃO

A literatura tem demonstrado que são duas as formas principais de análise do controle genético,

em caracteres de planta, em termos de genética quantitativa. A primeira é a análise pelas médias das gerações (*generation mean*), em que são utilizados, além dos genótipos fixos P_1 , P_2 e F_1 , as gerações segregantes F_2 , RC_1 e RC_2 (Hayman, 1958a; 1958b; 1960a; 1960b; Anderson & Kempthorne, 1954; Mather & Jinks, 1971). No entanto, quando existem apenas as gerações P_1 , P_2 e F_1 , a análise é feita, geralmente, com base na capacidade combinatória, que propicia a identificação dos efeitos atuantes (aditivos ou não-aditivos), conforme discutido por Sprague & Tatum (1942), Hayman (1954a, 1954b), Griffing (1956), Mather & Jinks (1971), Gardner & Eberhart (1966) e outros autores. Além disso, ambos

¹ Aceito para publicação em 17 de maio de 1995.

Extraído do trabalho de Tese apresentado pelo primeiro autor para obtenção do grau de Doutor em Ciências, pelo 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 (CNPQ), 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.

os procedimentos de avaliação estão baseados em informações obtidas a partir de cruzamentos dialélicos.

Hanson (1987) salientou que a seleção em populações variáveis leva à divergência de base dessa população e que a natureza dessa divergência, relacionada aos esquemas de seleção, interessa tanto aos geneticistas quanto aos melhoristas de plantas. Assim, as respostas aos diferentes esquemas de seleção refletem a natureza do controle genético do caráter, o que permite a escolha do melhor método de seleção.

Na década de 40, Sprague & Tatum (1942) propuseram, a partir do estudo do rendimento de grãos de híbridos simples e de linhagens selecionadas e não-selecionadas, o conceito de capacidade combinatória. Conforme os autores, a capacidade geral de combinação (CGC) estaria relacionada aos efeitos gênicos aditivos (VA), representando o comportamento médio de uma linhagem em combinações híbridas. Quanto à capacidade específica de combinação (CEC), estaria relacionada aos efeitos gênicos não-aditivos, ou seja, os efeitos da dominância (VD) ou epistasia (VI), representando as interações entre *loci* de parâmetros genéticos como aditividade ou dominância. Além disso, a CEC estaria caracterizando os desvios de combinações em relação ao comportamento médio das linhagens envolvidas. Posteriormente, Griffin (1956) fez um exame detalhado do conceito de capacidade combinatória em relação aos sistemas de cruzamentos dialélicos, pois esse conceito vem desempenhando importante função no melhoramento animal e vegetal. O autor sugeriu, então, oito tipos diferentes de análise, tendo como base dois modelos, fixo ou aleatório (quando os genitores são considerados como uma amostra ao acaso da população sobre a qual serão feitas as inferências) e quatro métodos experimentais, assim distribuídos: 1) com a inclusão dos genitores, F1's, e F1's recíprocos; 2) genitores e F1's, sem recíprocos; 3) F1's e F1's recíprocos, sem a inclusão dos genitores; e 4) incluindo somente F1's, sem as presenças dos genitores e dos recíprocos.

Diversos autores têm comprovado a eficiência do método de análise da capacidade combinatória, como importante instrumento de auxílio na detecção de

genótipos ou combinações de interesse para o melhoramento de várias espécies de plantas. Como exemplos, temos: Hayman (1954a), em *Nicotiana rustica*; Lonquist & Gardner (1961), Paterniani (1969), Pereira (1976), Bonaparte (1977), Vianna (1977), Rood & Major (1980), Lopes et al. (1985) e Brenner (1988), todos em milho (*Zea* sp); Brandle & McVetty (1989), em colza (*Brassica napus* spp *oleifera*); Wassimi et al. (1988), em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.); Maciel et al. (1987), em milheto (*Pennisetum americanum* L.); Riggs & Hayter (1972), em cevada (*Hordeum* sp); e Khalifa et al. (1980), que trabalharam com trigo.

A grande maioria dos trabalhos foi realizada com milho, com especial interesse pela identificação de combinações superiores (híbridos) e pela exploração de efeitos da capacidade específica de combinação. Assim, em decorrência desse método de avaliação do germoplasma, grandes saltos de rendimento de grãos e melhoria de outros caracteres foram alcançados com a produção de híbridos. Todavia, conforme Brenner (1988), a manifestação intensa do vigor híbrido só poderia ocorrer em condições de adequada tecnologia, comprovando a grande influência exercida pelo ambiente sobre a manifestação fenotípica de um genótipo qualquer.

Em trigo, Khalifa et al. (1980) estudaram a habilidade combinatória de oito variedades e relataram efeitos altamente significativos na CGC e na CEC, ressaltando, ainda, que algumas das variedades genitoras, com alta e positiva CGC, poderiam ser úteis na seleção de novas cultivares resistentes ao estresse aplicado.

Baker (1978), ao fazer uma avaliação crítica das diversas formas de análise da variância, propostas por diferentes autores, chama a atenção para duas pressuposições, importantes do ponto de vista genético, que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. A primeira é a distribuição independente dos genes dos pais, o que seria aceitável, conforme o autor, e a segunda, de que não ocorresse epistasia, que poderia estar incorreta, afetando as estimativas dos quadrados médios da CGC e da CEC, as variâncias e as estimativas dos efeitos. Além do tipo de herança, deveria ser considerado, também, o nível de ploidia do material cruzado, que teria que ser diplóide

(Cockerham, 1961). Dessa forma, qualquer análise genética deveria avaliar, em sua interpretação, as diversas pressuposições que dão validade ao modelo aplicado.

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de analisar a capacidade combinatória de dez cultivares de trigo, envolvendo seis caracteres adaptativos, elucidando questões sobre a herança dos caracteres.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados, neste trabalho, dez genótipos de trigo. Cinco destes (IAS 20, BH 1146, BR 14, IAC 5-Maringá e Nobre) foram cultivares recomendadas para cultivo no Brasil, no ano de 1989. Os demais genótipos, PF 839204, PF 84431, PF 84432, PF 85845 e PF 843025, eram linhagens em testes, na rede oficial da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo, em 1989 (Reunião, 1989). As linhagens PF 839204 e PF 84431 foram recomendadas para cultivo em 1989 e em 1990, com a denominação de Trigo BR 34 e Trigo BR 37, respectivamente.

A obtenção dos F1's foi alcançada por cruzamentos artificiais realizados em campo, na EEA/UFRGS, em 1986, e, também, em casa de vegetação, no verão 1986-87, na Faculdade de Agronomia da UFRGS, em Porto Alegre.

Foram estabelecidos na EEA/UFRGS, em 18 de junho de 1987, os dez genitores e as 45 combinações possíveis entre eles (F1), em campo preparado pelo sistema convencional (aração + gradeação). O solo da EEA/UFRGS é classificado como Laterítico Bruno-Avermelhado Distrófico, pertencente à unidade de mapeamento São Jerônimo (Brasil, 1973). Em sua maioria, são solos profundos, bem drenados, de coloração avermelhada, em que predomina o relevo ondulado. A adubação do solo, após a análise realizada pelo laboratório de solos da Faculdade de Agronomia, FA/UFRGS, e as técnicas culturais seguiram as recomendações da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo (Comissão ..., 1987). Foram feitas duas aplicações de fungicidas para controle das doenças.

Para os genitores, foram semeadas 30 sementes em cada uma das três repetições e, para os F1's, também semeados em três repetições, o número de sementes foi variável e dependente da quantidade obtida nos cruzamentos. O delineamento estatístico foi o de blocos casualizados. A distância entre fileiras de 3,0 m de comprimento foi de 30 cm. Entre sementes, a distância foi também de 30 cm, permitindo que as plantas expressassem todo seu potencial genético.

As determinações realizadas foram as seguintes: estatura de planta (cm), comprimento de pedúnculo (cm),

número de afilhos férteis, número de espiguetas férteis por espiga, número máximo de grãos formados na espiguetta central e peso total dos grãos por planta (g).

Com base nos dados tabulados foi possível a análise da variância, com a utilização do programa de computação baseado na rotação de matrizes, rotações de Givens (Seber, 1977). Posteriormente, seguindo os procedimentos indicados por Griffing (1956), para o Modelo 1, Método 2, foi realizada a análise da variância para a capacidade combinatória, conforme segue:

ANOVA

Fonte de variação	GL	SQ	QM	QM esp.
CGC	p-1	Sg	Mg	$\theta^2 + p + 2 \sum_{i=1}^p g_i^2$
CEC	p(p-1)/2	Ss	Ms	$\theta^2 + 2 \sum_{i < j} s_{ij}^2$
Erro	m	Se	M'e	$2\theta^2$

O modelo matemático assumido para análise da capacidade combinatória foi:

$$x_{ij} = u + g_i + g_j + s_{ij} + \frac{1}{b} \sum_k e_{ijk} \quad \begin{matrix} i, j = 1, \dots, p \\ k = 1, \dots, b \end{matrix}$$

onde u é a média da população, g_i (g_j) é o efeito da capacidade geral de combinação (CGC), s_{ij} é o efeito da capacidade específica de combinação (CEC), tal que s_{ij} = s_{ji}, e e_{ijk} é o efeito peculiar a i_{jk}ésima observação. As restrições impostas foram $\sum_i g_i = \theta$, e $\sum_i s_{ij} + s_{ji} = \theta$ (para cada i).

Para testar os efeitos da CGC e da CEC, foram utilizados os seguintes testes F:

$F[(p-1), m] = Mg/M'e$ para testar diferenças entre efeitos da CGC;

$F[p(p-1)/2, m] = Ms/M'e$ para testar diferenças entre efeitos da CEC.

Os efeitos foram estimados pelas seguintes fórmulas, ainda como proposto por Griffing (1956):

$$\hat{u} = 2/p(p+1) X_{..};$$

$$\hat{g}_i = (1/p+2)X_{i.} + x_{ii} - (2/p)X_{..};$$

$$\hat{s}_{ij} = x_{ik} (1/p+2)x_{i.} + x_{ii} + x_{j.} x_{ij} + 2/(p+1) (p+2)X_{..}$$

A variância de qualquer média de genitor ou F1 é var (x_{ij}) = $\theta^2 = M'e$, e a variância da diferença entre quaisquer dois valores médios é var (x_{ij} - x_{kl}) = $2\hat{\theta}^2$

As variâncias dos efeitos e das diferenças entre efeitos foi estimada da seguinte forma:

$$\text{var}(\hat{u}) = [2/p(p+1)]\hat{\theta}^2$$

$$\text{var}(\hat{g}_i) = [(p-1)/p(p+2)]\hat{\theta}^2$$

$$\text{var}(\hat{s}_i) = [p(p-1)/(p+1)(p+2)]\hat{\theta}^2$$

$$\text{var}(\hat{s}_{ij}) = [(p+2)/(p+1)(p+2)]\hat{\theta}^2 \quad \therefore (i \neq j),$$

$$\text{var}(\hat{g}_i - \hat{g}_j) = [2/(p+2)]\hat{\theta}^2 \quad \therefore (i \neq j),$$

$$\text{var}(\hat{s}_{ij} - \hat{s}_{ik}) = [2(p-2)/(p+2)]\hat{\theta}^2 \quad \therefore (i \neq j),$$

$$\text{var}(\hat{s}_{ij} - \hat{s}_{kl}) = [2(p+1)/(p+2)]\hat{\theta}^2 \quad \therefore (i \neq j, k, l; j \neq k, l; k \neq l),$$

$$\text{var}(\hat{s}_{ij} - \hat{s}_{kl}) = [2p/(p+2)]\hat{\theta}^2 \quad \therefore (i \neq j, k, l; j \neq k, l; k \neq l),$$

Todas as análises e estimativas da análise combinatória foram calculadas com auxílio do sistema para análises estatísticas SAEG, desenvolvido pela Divisão de Informática da Fundação Arthur Bernardes, Universidade Federal de Viçosa, de Minas Gerais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise da variância

Na Tabela 1 estão incluídos os quadrados médios da análise da variância, calculada de acordo com o esquema de blocos casualizados. Conforme os testes de significância realizados (teste-F), pode ser observado que, para todas as variáveis estudadas, houve significância estatística quanto aos tratamentos (genótipos). Quanto a dois (estatura de planta e número máximo de grãos por espiguetas) dos seis caracteres estudados, houve significância para blocos a 1 %. Na mesma Tabela 1 estão incluídas as médias, os coeficientes de determinação, que variaram de 0,62 até 0,89, e os coeficientes de variação de cada caráter analisado, que revelaram variação de 6,51 até 28,64.

A análise da variância da capacidade de combinação é apresentada na Tabela 2. Os dados incluídos na tabela revelam que, quanto à CGC, valores de F altamente significativos ocorreram nos seis caracteres estudados (estatura de planta, comprimento de pedúnculo, número de afilhos

férteis por planta, número de espiguetas férteis por espiga, número máximo de grãos por espiguetas e peso de grãos).

Em relação à capacidade específica de combinação, ocorreu significância nos caracteres comprimento de pedúnculo, número de espiguetas férteis por espiga e número máximo de grãos por espiguetas.

Pode ser observado, ainda, na Tabela 2, que, entre os quadrados médios estimados, a CGC foi inferior à CEC apenas quanto ao caráter número máximo de grãos por espiguetas. Outro fato de destaque é a pequena variância apresentada nos caracteres comprimento de pedúnculo, número de espiguetas férteis por espiga e número máximo de grãos por espiguetas.

Neste estudo, os efeitos aditivos estão representados pelos efeitos da capacidade geral de combinação associada a cada genitor (\hat{g}_i). Os efeitos não-aditivos estão representados pelas estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (\hat{s}_{ij}).

As estimativas da capacidade geral de combinação (\hat{g}_i), nos seis caracteres avaliados, estão incluídas na Tabela 3, bem como os desvios-padrão (dp) da diferença entre dois genitores quaisquer ($dp(\hat{g}_i - \hat{g}_j)$). Os valores médios dos genitores, nos seis caracteres, são apresentados nas Tabelas 4, 6, 8, 10, 12 e 14. Das Tabelas 5, 7, 9, 11, 13 e 15 constam os valores das estimativas da capacidade específica de combinação, os desvios-padrão da diferença entre dois pais quaisquer ($dp(\hat{s}_{ii} - \hat{s}_{jj})$), na diagonal, entre híbridos com um genitor comum ($dp(\hat{s}_{ij} - \hat{s}_{jk})$) e entre dois híbridos quaisquer ($dp(\hat{s}_{ij} - \hat{s}_{kl})$).

Estatura de planta

Pelas estimativas obtidas para capacidade de combinação de cada genitor (\hat{g}_i) é possível observar que, em relação ao caráter estatura de planta, os genótipos que mais contribuíram para o aumento da estatura foram IAC 5 (P_4), IAS 20 (P_1), BH 1146 (P_2) e Nobre (P_3), com, respectivamente, 4,49; 3,97; 3,01 e 2,79 desvios-padrão acima da média (Tabela 3). Já PF 84431 (P_7), PF 839204 (P_6) e PF 84432 (P_8) apresentaram efeitos negativos de 6,095; 5,286 e 4,757 cm, correspondendo a uma redução de 2,87;

TABELA 1. Quadrados médios da análise de variância, médias (X), coeficientes de determinação (R²) e coeficientes de variação (CV) em relação a seis caracteres, em trigo (EEA/UFRGS, 1987).

Fonte de variação	Graus de liberdade	Estatura de planta (cm)	Comprimento de pedúnculo (cm)	Nº de filhotes férteis/planta	Nº espiguetas férteis/espiga principal	Nº máximo de grãos/espiguetas	Peso de grãos/planta (g)
Tratamento (genótipos)	54	206,383**	51,002**	23,808**	4,885**	1,379**	127,317**
Blocos (repetições)	2	184,377**	3,980	27,882	0,194	0,657**	45,116
Resíduo	108	14,733	3,409	7,236	0,666	0,083	39,301
X	-	105,61	45,80	16,21	21,98	4,68	28,86
R ²	-	0,88	0,88	0,63	0,79	0,89	0,62
CV (%)	-	8,46	9,54	22,20	6,51	15,37	28,64

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

TABELA 2. Quadrados médios dos componentes da capacidade geral de combinação (CGC), da capacidade específica de combinação (CEC), resíduo, efeito da média e variâncias em relação a seis caracteres de planta, em trigo (EEA/UFRGS, 1987).

Fonte de variação	Graus de liberdade	Estatura de planta (cm)	Comprimento de pedúnculo (cm)	Nº de filhotes férteis/planta	Nº espiguetas férteis/espiga principal	Nº máximo de grãos/espiguetas	Peso de grãos/planta (g)
CGC	9	330,129**	65,420**	24,475**	8,601**	5,729**	152,589**
CEC	45	16,441	9,415**	5,592	2,116**	5,742**	32,477
Resíduo	108	14,846	3,409	7,236	0,666	0,083	39,301
Efeito da média	-	105,597	45,889	16,529	21,814	5,004	28,396
Var (û)	-	0,270	0,062	0,132	0,012	0,002	0,715
^	-	1,113	0,256	0,543	0,050	0,006	2,948
Var (g _i)	-	10,122	2,324	4,934	0,454	0,056	26,796
^	-	12,597	2,892	6,140	0,565	0,070	33,346
Var (s _{ij}); (i=j)	-	12,597	2,892	6,140	0,565	0,070	33,346
^	-	12,597	2,892	6,140	0,565	0,070	33,346
Var (s _{ij}); (i=j)	-	12,597	2,892	6,140	0,565	0,070	33,346

** Significativo a 1 %, pelo teste F.

3,36 e 3,02 desvios-padrão, respectivamente. A amplitude de variação entre os efeitos, de sinal positivo e negativo, correspondeu a 8,37 desvios-padrão.

Ao ser considerada a capacidade específica de combinação (Tabela 5), verificou-se que, entre os genitores, somente Nobre (P₅) e IAS 20 (P₁) mostraram efeito de sinal positivo e que apenas Nobre superou a média em um desvio-padrão, enquanto os genótipos PF 85845 (P₆) e PF 84431 (P₇) tiveram os maiores efeitos de sinal negativo (porte baixo). Verificou-se, ainda, que IAS 20 (120,83 cm) e Nobre (120,08 cm) também revelaram

as maiores estaturas médias e que PF 84431 (87,51 cm) e PF 85845 (89,69 cm) foram as linhagens de menor porte (Tabela 4).

Entre os cruzamentos (Tabela 5), poucos foram os híbridos que apresentaram efeitos superiores a um desvio-padrão. Tiveram maior efeito, em relação a aumento de estatura, as combinações P₁ x P₇, P₂ x P₉, P₃ x P₉ e P₈ x P₉. Com efeito de sinal negativo superior a um desvio-padrão, aparecem somente os híbridos P₁ x P₂, P₁ x P₅ e P₇ x P₉.

Comprimento de pedúnculo

As estimativas dos efeitos da capacidade geral

TABELA 3. Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação (\hat{g}_i) e desvios-padrão ($\hat{g}_i - \hat{g}_j$) dos dez genótipos de trigo, em relação a seis caracteres estudados (EEA/UFRGS, 1987).

Genótipos variação	Efeitos da capacidade geral de combinação (\hat{g}_i)					
	Estatura de planta (cm)	Comprimento de pedúnculo (cm)	Nº de afilhos férteis/planta	Nº espiguetas férteis/espiga principal	Nº máximo de grãos/espiguetas	Peso de grãos/planta (g)
IAS 20 (P ₁)	6,247	2,818	-0,889	-0,751	0,825	-4,941
BH 1146 (P ₂)	4,740	1,696	-0,428	-0,749	-0,931	-4,506
BR 14 (P ₃)	1,130	-0,852	1,593	0,269	-0,435	1,485
IAC 5 (P ₄)	7,067	3,019	-1,300	0,348	-0,363	-3,660
Nobre (P ₅)	4,396	1,967	0,538	-0,890	-0,705	-1,034
PF 839204 (P ₆)	-5,286	-0,399	1,199	-1,297	1,234	4,380
PF 84431 (P ₇)	-6,095	-3,121	-2,230	0,544	0,317	-0,450
PF 84432 (P ₈)	-4,757	-1,806	2,695	1,164	-0,085	3,058
PF 85845 (P ₉)	-3,991	-3,373	-0,339	0,878	0,452	4,866
PF 843025 (P ₁₀)	-3,451	0,050	0,484	0,800	-0,435	-0,311
$\hat{g}_i - \hat{g}_j$	1,573	0,734	1,098	0,333	0,118	2,559

TABELA 4. Médias de estatura de planta (cm) em trigo, dos genitores (diagonal) e dos F1's (acima da diagonal), de três repetições, EEA/UFRGS, 1987.

	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀
P ₁	120,83	111,12	109,47	109,47	115,48	106,10	110,82	107,50	112,64	111,74
P ₂		113,24	112,27	121,74	111,70	102,07	109,15	105,50	112,97	105,45
P ₃			105,90	115,14	112,51	100,85	100,69	97,27	108,27	106,86
P ₄				116,60	116,57	109,13	109,42	109,22	106,31	110,16
P ₅					120,08	102,67	104,83	105,53	106,39	107,86
P ₆						93,54	96,83	96,50	98,39	94,61
P ₇							87,51	96,58	87,12	97,97
P ₈								94,90	102,66	93,92
P ₉									89,69	99,54
P ₁₀										96,02

P₁ = IAS 20
P₇ = PF 84431

P₂ = BH 1146
P₈ = PF 84432

P₃ = BR 14
P₉ = PF 85845

P₄ = IAC 5
P₁₀ = PF 843025

P₅ = Nobre

P₆ = PF 839204

de combinação (\hat{g}_i), quanto ao caráter comprimento de pedúnculo, estão inseridas na Tabela 3, cujos resultados indicam uma amplitude de 8,71 desvios-padrão entre efeitos positivos e negativos.

O maior valor positivo quanto à capacidade geral de combinação (\hat{g}_i) foi obtido com a cultivar IAC 5 (3,019 cm), seguido da IAS 20 (2,818 cm), equivalentes a 4,11 e 3,84 desvios-padrão. Com efeitos redutores mais elevados, em relação ao comprimento de pedúnculo, aparecem os genótipos PF 85845 (3,373 cm) e PF 84431 (3,121 cm), com 4,59 e 4,25 desvios-padrão, respectivamente.

Em relação às estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação nos híbridos (Tabela 7), a amplitude de variação foi de 15,66 cm, ou 6,57 desvios-padrão. Os híbridos com maiores valores de sinal positivo foram P₁ x P₆, P₁ x P₇, P₂ x P₈, P₂ x P₉, P₃ x P₆, P₃ x P₁₀, P₄ x P₈, P₅ x P₈ e P₆ x P₉, todos eles com efeitos superiores a um desvio-padrão. Entre as combinações que apresentaram efeitos negativos quanto ao comprimento de pedúnculo, podem ser destacados P₁ x P₂, P₁ x P₅ e P₇ x P₉. Outro fato a ser apontado, na Tabela 7, é que todos os genitores (diagonal da tabela)

TABELA 5. Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (\hat{S}_{ij}) em relação ao caráter estatura de planta em trigo e desvios-padrão (d.p.) entre efeito de dois genitores quaisquer ($\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{jj}$), entre F1's com um genitor comum ($\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{ik}$) e entre dois F1's quaisquer ($\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{kl}$) (EEA/UFRGS, 1987).

	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀
P ₁	2,739	-5,464	-3,504	-3,431	-10,104	3,442	5,071	0,413	4,787	3,347
P ₂		-1,838	0,802	4,336	-3,003	-2,981	4,907	-0,080	6,624	1,436
P ₃			-1,958	1,346	1,387	-0,591	0,057	-4,700	5,534	3,584
P ₄				-3,131	-4,490	1,752	2,851	1,313	-2,363	0,947
P ₅					5,691	-2,037	0,932	0,294	0,388	1,318
P ₆						-1,484	2,614	0,947	2,071	-2,249
P ₇							-5,898	1,835	-8,391	1,919
P ₈		$\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{jj} = 4,449$						-1,183	5,812	-3,468
P ₉			$\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{ik} = 5,217$						-7,924	1,386
P ₁₀										-2,674

P₁ = IAS 20 P₂ = BH 1146 P₃ = BR 14 P₄ = IAC 5 P₅ = Nobre P₆ = PF 839204
P₇ = PF 84431 P₈ = PF 84432 P₉ = PF 85845 P₁₀ = PF 843025

TABELA 6. Médias de comprimento de pedúnculo (cm) em trigo, dos genitores (diagonal) e dos F1's (acima da diagonal), de três repetições, EEA/UFRGS, 1987.

	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀
P ₁	50,09									
P ₂		46,57								
P ₃			47,38							
P ₄				50,97						
P ₅					44,70					
P ₆						53,06				
P ₇							48,50			
P ₈								47,31		
P ₉									45,53	
P ₁₀										49,45

P₁ = IAS 20 P₂ = BH 1146 P₃ = BR 14 P₄ = IAC 5 P₅ = Nobre P₆ = PF 839204
P₇ = PF 84431 P₈ = PF 84432 P₉ = PF 85845 P₁₀ = PF 843025

mostraram efeitos de sinal negativo quanto ao caráter comprimento de pedúnculo, com valores variando entre -0,943 (Nobre) e -5,416 cm (PF 84431).

As médias apresentadas na Tabela 6 revelaram que IAS 20 (50,09 cm), IAC 5 (49,24 cm) e Nobre (48,88 cm) tiveram os maiores comprimentos de pedúnculo, enquanto PF 84431 (34,23 cm) e PF 85845 (34,47 cm) tiveram os menores. Entre os híbridos, P₁ x P₆ com 53,06 cm e P₄ x P₅ com 52,42 cm apresentaram as maiores médias, ficando o menor comprimento de pedúnculo para a combinação P₇ x P₉, com 36,28 cm.

Número de filhos férteis por planta

Os quadrados médios, componentes da análise da capacidade combinatória (Tabela 2), revelam que apenas a CGC foi significativa estatisticamente em relação ao caráter número de filhos férteis por planta.

Na Tabela 3, os genótipos PF 84432 (2,695 filhos férteis) e BR 14 (1,593), com, respectivamente, 2,45 e 1,45 desvios-padrão positivos, foram aqueles com maior contribuição quanto ao aumento do número de filhos férteis, ou seja, foram aqueles que apresentaram o maior efeito na análise

TABELA 7. Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (\hat{S}_{ij}) em relação ao caráter comprimento de pedúnculo e desvios-padrão (d.p.) entre efeitos de dois genitores quaisquer ($\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{jj}$), entre F1's com um genitor comum ($\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{ik}$) e entre dois F1's quaisquer ($\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{kl}$), (EEA/UFRGS, 1987).

	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀	
P ₁	-1,435	-3,833	-0,475	0,755	-5,974	9,692	2,915	0,410	0,196	0,693	
P ₂		-3,221	0,707	0,466	0,358	0,244	1,716	3,801	2,608	0,375	
P ₃			-3,395	-0,085	0,156	-0,698	2,215	-1,430	3,596	2,803	
P ₄				-2,686	1,545	-0,649	1,344	2,719	0,895	1,682	
P ₅					-0,943	-0,297	1,375	2,450	0,677	1,594	
P ₆						-5,291	0,651	-1,184	2,693	0,130	
P ₇							-5,416	1,559	-3,115	2,172	
P ₈	d.p. ($\hat{S}_{ii} - \hat{S}_{jj}$) = 2,132								-4,436	1,870	-1,323
P ₉	d.p. ($\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{ik}$) = 2,500									-4,673	1,714
P ₁₀	d.p. ($\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{kl}$) = 2,384										-4,920
P ₁ = IAS 20	P ₂ = BH 1146	P ₃ = BR 14	P ₄ = IAC 5	P ₅ = Nobre	P ₆ = PF 839204						
P ₇ = PF 84431	P ₈ = PF 84432	P ₉ = PF 85845	P ₁₀ = PF 843025								

da CGC. PF 84431 com 2,11 dp seguido de IAC 5 com 1,18 dp foram os genótipos que mostraram o maior efeito negativo. Dessa forma, ficou evidenciada uma amplitude de 4,56 desvios-padrão entre os genitores quanto à CGC.

As estimativas da capacidade específica de combinação (Tabela 9), que não foram significativas, segundo dados da análise da variância (Tabela 2), mostraram poucos híbridos diferenciados da média.

Número de espiguetas férteis por espiga principal

Um dos componentes principais do rendimento de grãos em trigo é o número de espiguetas férteis, que, neste estudo, apresentou média de 21,81 espiguetas férteis por espiga. Na Tabela 2 pode ser verificada a alta significância estatística dos quadrados médios obtidos quanto à CGC e à CEC.

A amplitude de 7,39 desvios-padrão (Tabela 3) evidenciou o comportamento diferenciado dos genótipos, em que os maiores efeitos quanto a incremento do número de espiguetas férteis foi revelado pelas linhagens PF 84432 com 3,50 dp e PF 85845 com 2,64 desvios-padrão. Os efeitos negativos mais acentuados ficaram por conta dos genótipos PF 839204 (-1,297) e Nobre (-0,890), que tiveram, respectivamente, 3,89 e 2,67 desvios-padrão.

As estimativas dos efeitos não-aditivos (CEC), na Tabela 11, mostram que diversas combinações proporcionaram híbridos com efeitos superiores a um ou mais desvios-padrão, entre os quais P₁ x P₂, P₁ x P₆ que aparecem com valores negativos e P₁ x P₉, P₁ x P₁₀, P₃ x P₁₀, P₄ x P₈, P₆ x P₇, P₆ x P₈ e P₆ x P₉ que surgem com os maiores valores positivos.

Número máximo de grãos formados na espiguetta central

Dentre os componentes do rendimento, o número de grãos por espiguetta é um dos fatores de maior importância, por ser um dos determinantes finais do rendimento de grãos. Pelos dados da Tabela 1, houve influência do ambiente na determinação do número final de grãos por espiguetta, uma vez que ocorreu significância estatística para blocos.

Apesar de a influência do ambiente ter sido grande para este caráter, procedeu-se à análise da capacidade combinatória, que determinou alta significância tanto em relação à CGC quanto à CEC (Tabela 2), apresentando, ainda, valores extremamente baixos para as variâncias.

Com relação às médias dos genitores (Tabela 12), ficou evidenciado que PF 84431 e PF 85845 atingiram as maiores médias, com 5,47 e 5,68 grãos por espiguetta, respectivamente, e BH 1146,

TABELA 8. Médias de número de afilhos férteis (espigas férteis) em trigo, dos genitores (diagonal) e dos F1's (acima da diagonal), de três repetições, EEA/UFRGS, 1987.

	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀
P ₁	16,52	12,94	13,75	13,50	11,54	12,69	12,43	18,56	15,94	15,40
P ₂		16,86	16,17	15,15	18,12	15,30	16,28	17,33	16,57	15,10
P ₃			22,64	15,75	19,43	18,73	14,76	17,64	19,12	20,31
P ₄				13,22	14,03	13,46	11,53	20,02	19,39	16,95
P ₅					16,24	16,60	17,11	22,53	17,67	18,77
P ₆						15,23	15,25	18,72	16,69	14,95
P ₇							12,95	16,27	11,57	12,88
P ₈								20,75	20,97	20,62
P ₉									11,87	16,09
P ₁₀										16,89

P₁ = IAS 20 P₂ = BH 1146 P₃ = BR 14 P₄ = IAC 5 P₅ = Nobre P₆ = PF 839204
P₇ = PF 84431 P₈ = PF 84432 P₉ = PF 85845 P₁₀ = PF 843025

TABELA 9. Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (\hat{S}_{ij}) em relação ao caráter número de afilhos férteis por planta em trigo e desvios-padrão (d.p.) entre efeitos de dois genitores quaisquer ($\hat{S}_{ii} - \hat{S}_{jj}$), entre F1's com um genitor comum ($\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{ik}$) e entre dois F1's quaisquer ($\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{kl}$), (EEA/UFRGS, 1987).

	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀
P ₁	1,769	-2,271	-3,483	-0,840	-4,638	8,211	-0,890	0,225	0,639	-0,492
P ₂		1,188	-1,524	0,349	1,481	-1,000	2,499	-1,466	0,809	-1,253
P ₃			2,924	-1,072	0,769	0,409	-1,042	-3,177	1,337	1,935
P ₄				-0,709	-1,737	-1,968	-1,379	2,096	4,500	1,496
P ₅					-1,366	-0,666	2,363	2,768	0,492	1,450
P ₆						-1,697	0,842	-0,703	0,301	-2,031
P ₇		$\hat{S}_{ii} - \hat{S}_{jj}$					1,061	-0,634	-2,300	-1,581
P ₈			$\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{ik}$					-1,169	2,085	1,144
P ₉				$\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{kl}$					-3,981	-0,352
P ₁₀										-0,144

P₁ = IAS 20 P₂ = BH 1146 P₃ = BR 14 P₄ = IAC 5 P₅ = Nobre P₆ = PF 839204
P₇ = PF 84431 P₈ = PF 84432 P₉ = PF 85845 P₁₀ = PF 843025

com 3,23, a menor. Contudo, ao serem observados os efeitos da CGC (\hat{g}_i), PF 839204 foi o genótipo com maior efeito positivo, seguido de IAS 20, PF 85845 e PF 84431. Como redutores do número de grãos, foram destacados os efeitos de BH 1146, com -0,931, e de Nobre, com -0,705 (Tabela 3).

As estimativas dos efeitos da CEC mostraram que nove dos dez genitores apresentaram efeitos negativos, sendo BH 1146 a exceção, com valor positivo de apenas 0,087. Entre os híbridos, a maioria das combinações revelou grandes efeitos não-aditivos, demonstrando a complexidade genética na

determinação do número de grãos por espiguetas (Tabela 13).

Peso de grãos por planta

O peso de grãos por planta, sendo o resultado final dos componentes do rendimento, é caráter da maior importância no cultivo de espécies destinadas à produção de alimentos.

Pelos dados da Tabela 2, apenas a capacidade geral de combinação demonstrou significância quanto ao caráter peso de grãos por planta.

TABELA 10. Médias de número de espiguetas férteis na espiga principal em trigo, dos genitores (diagonal) e dos F1's (acima da diagonal), de três repetições, EEA/UFRGS, 1987.

	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀
P ₁	21,88	20,14	21,27	21,52	19,82	21,70	22,30	22,64	23,42	23,38
P ₂		19,92	20,98	21,35	20,68	20,40	21,69	22,58	21,99	21,32
P ₃			21,47	22,25	20,29	21,16	23,16	23,10	23,29	24,75
P ₄				21,64	20,54	21,06	23,10	24,72	23,53	22,78
P ₅					20,21	20,13	21,17	22,33	21,46	22,44
P ₆						19,48	22,49	22,95	22,72	21,83
P ₇							21,92	23,89	22,40	22,45
P ₈								21,89	24,41	23,52
P ₉									22,08	23,12
P ₁₀										20,09

P₁ = IAS 20
P₇ = PF 84431

P₂ = BH 1146
P₈ = PF 84432

P₃ = BR 14
P₉ = PF 85845

P₄ = IAC 5
P₁₀ = PF 843025

P₅ = Nobre

P₆ = PF 839204

TABELA 11. Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (\hat{S}_{ij}) em relação ao caráter número de espiguetas férteis por espiga em trigo e desvios-padrão (d.p.), entre efeitos de dois genitores quaisquer ($\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{jj}$), entre F1's com um genitor comum ($\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{ik}$) e entre dois F1's quaisquer ($\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{kl}$), (EEA/UFRGS, 1987).

	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀
P ₁	1,569	-1,174	-0,062	0,109	-0,353	-7,076	0,693	0,414	1,479	1,833
P ₂		-0,396	-0,355	-0,063	0,504	0,632	0,080	0,351	0,046	-0,230
P ₃			-0,883	-0,181	-0,904	0,374	0,532	-0,147	0,328	2,182
P ₄				-0,870	-0,732	0,195	0,394	1,394	0,489	0,134
P ₅					0,175	0,503	-0,299	0,242	-0,343	1,031
P ₆						0,260	1,429	1,269	1,324	0,829
P ₇							-0,983	0,368	-0,837	-0,393
P ₈		$\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{jj} = 0,942$						-2,251	0,554	0,058
P ₉			$\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{ik} = 1,105$						-1,491	-0,057
P ₁₀				$\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{kl} = 1,053$						-2,693

P₁ = IAS 20
P₇ = PF 84431

P₂ = BH 1146
P₈ = PF 84432

P₃ = BR 14
P₉ = PF 85845

P₄ = IAC 5
P₁₀ = PF 843025

P₅ = Nobre

P₆ = PF 839204

Entre os genitores, os maiores efeitos positivos em relação à CGC (Tabela 3) foram revelados por PF 85845 (1,90 dp), PF 839204 (1,71 dp) e PF 84432 (1,19 dp). IAS 20, BH 1146 e IAC 5 tiveram os maiores efeitos negativos quanto ao rendimento de grãos, com redução de 1,93, 1,76 e 1,43 dp, respectivamente. A amplitude de variação, em desvios-padrão, foi pequena, atingindo apenas 3,83 dp, equivalente a 9,807 g.

Nas Tabelas 14 e 15, podem ser observados os valores obtidos para as médias e para os efeitos da CEC do caráter peso de grãos por planta, em que a

maior média foi obtida por BR 14 (32,18 g), seguido por PF 839204 (31,38), PF 84432 (30,68 g). Ao contrário, as menores médias de peso foram expressas por IAC 5 (16,14 g), BH 1146 (18,35 g) e por IAS 20 (19,22 g). Entre os híbridos, a maior média foi alcançada por P₈ x P₉, com 49,42 g.

A análise da capacidade combinatória comprovou a separação dos genótipos em dois grandes grupos para a maioria dos caracteres estudados, confirmando o comportamento revelado pelos genótipos em outros experimentos (Scheeren, 1990), nos quais cultivares mais antigas (IAS 20, BH 1146,

TABELA 12. Médias do número máximo de grãos formados na espigueta central da espiga principal em trigo, dos genitores (diagonal) e dos F1's (acima da diagonal), de três repetições, EEA/UFRGS, 1987.

	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀
P ₁	3,86	3,43	4,03	4,07	4,00	4,60	5,25	4,47	5,61	4,67
P ₂		3,23	4,07	3,87	3,90	4,05	5,00	4,17	4,75	4,18
P ₃			4,06	4,455	3,87	4,58	4,90	5,81	5,11	4,89
P ₄				4,07	4,14	4,72	5,33	5,12	5,53	5,32
P ₅					3,54	4,83	5,17	4,43	5,03	4,20
P ₆						4,41	5,71	4,78	5,89	4,78
P ₇							5,47	5,72	5,92	4,97
P ₈								4,32	6,03	4,86
P ₉									5,68	5,24
P ₁₀										4,10

P₁ = IAS 20 P₂ = BH 1146 P₃ = BR 14 P₄ = IAC 5 P₅ = Nobre P₆ = PF 839204
P₇ = PF 84431 P₈ = PF 84432 P₉ = PF 85845 P₁₀ = PF 843025

TABELA 13. Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (\hat{S}_{ij}) em relação ao caráter número máximo de grãos por espigueta em trigo e desvios-padrão (d.p.), entre efeitos de dois genitores quaisquer ($\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{ji}$), entre F1's com um genitor comum ($\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{ik}$) e entre dois F1's quaisquer ($\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{ik}$), (EEA/UFRGS, 1987).

	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀
P ₁	-2,795	-1,469	-1,365	-1,397	-1,125	14,636	-0,897	-1,275	-0,672	-0,848
P ₂		0,087	0,431	0,159	0,531	-1,258	0,609	0,181	0,224	0,418
P ₃			-0,075	0,243	0,005	-1,224	0,013	1,325	0,088	0,632
P ₄				-0,208	0,203	-1,156	0,372	0,563	0,437	0,990
P ₅					-0,055	-0,704	0,493	0,215	0,278	0,212
P ₆						-3,063	-0,846	-1,374	-0,801	-1,147
P ₇		$\hat{S}_{ii} - \hat{S}_{jj}$					-0,168	0,483	0,147	-0,040
P ₈			$\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{ik}$					-0,515	0,658	0,252
P ₉				$\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{kl}$					-0,228	0,095
P ₁₀										-0,282

P₁ = IAS 20 P₂ = BH 1146 P₃ = BR 14 P₄ = IAC 5 P₅ = Nobre P₆ = PF 839204
P₇ = PF 84431 P₈ = PF 84432 P₉ = PF 85845 P₁₀ = PF 843025

Nobre e IAC 5) revelaram maiores médias quanto a estatura de planta e comprimento de pedúnculo, que são caracteres não-desejados em cultivares modernas de trigo. Por outro lado, aos genótipos desenvolvidos mais recentemente estiveram associadas as características favoráveis, como maior número de filhos férteis (Trigo BR 14 e PF 84432), maior número de espiguetas férteis por espiga (PF 85845), maior número de grãos por espigueta (PF 84431 e PF 85845), mais elevado peso de grãos por planta (Trigo BR 14) e menor porte (PF 84431 e PF 85845). Essas características, além de constituírem

alternativas altamente favoráveis aos programas futuros de melhoramento, demonstram os avanços obtidos, até o presente, com a produção de genótipos com superior desempenho e adaptação ao ambiente local.

Franco & Carvalho (1987), ao realizarem a avaliação de cultivares antigas e novas, também verificaram que os cruzamentos realizados pelos fitomelhoristas, entre diferentes cultivares, proporcionaram o surgimento de recombinações gênicas superiores, que contribuíram para evidenciar o incremento do potencial de rendimento de grãos,

TABELA 14. Médias do peso de grãos por planta (g) em trigo, dos genitores (diagonal) e dos F1's (acima da diagonal), de três repetições, EEA/UFRGS, 1987.

	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀
P ₁	19,22	16,81	20,84	18,93	15,26	24,05	25,25	26,62	25,17	23,69
P ₂		18,35	24,36	21,35	25,73	26,83	31,42	26,83	33,67	25,58
P ₃			32,18	29,11	34,55	34,42	29,21	31,91	38,06	34,36
P ₄				16,14	24,39	29,87	24,74	34,29	31,78	32,70
P ₅					21,66	32,15	32,50	31,07	38,83	33,15
P ₆						31,38	31,41	34,05	41,65	29,72
P ₇							26,76	34,18	27,18	28,55
P ₈								30,68	49,42	30,32
P ₉									29,82	36,35
P ₁₀										29,27

P₁ = IAS 20 P₂ = BH 1146 P₃ = BR 14 P₄ = IAC 5 P₅ = Nobre P₆ = PF 839204
P₇ = PF 84431 P₈ = PF 84432 P₉ = PF 85845 P₁₀ = PF 843025

TABELA 15. Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (\hat{S}_{ij}) em relação ao caráter peso de grãos por planta em trigo e desvios-padrão (d.p.)_A entre efeitos de dois genitores quaisquer ($\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{ij}$), entre F1's com um genitor comum ($\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{ik}$) e entre dois F1's quaisquer ($\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{kl}$), (EEA/UFRGS, 1987).

	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀
P ₁	-0,295	-3,139	-5,101	-1,866	-8,162	2,422	1,244	-0,893	-4,152	-1,566
P ₂		-2,033	-2,015	0,120	1,874	-2,440	6,980	-1,118	3,914	-0,110
P ₃			-0,187	1,888	4,703	-0,842	-1,222	-2,029	2,313	2,678
P ₄				-5,937	-0,312	-0,247	-0,547	5,496	1,177	6,163
P ₅					-5,668	-0,592	4,588	-0,350	5,602	3,988
P ₆						-6,777	-1,917	-2,784	3,008	-4,857
P ₇		$\hat{S}_{ii} - \hat{S}_{jj} = 7,239$					-1,737	2,176	-6,632	-1,197
P ₈			$\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{ik} = 8,488$					-4,838	12,100	-2,934
P ₉				$\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{kl} = 8,093$					-9,308	1,287
P ₁₀										-1,727

P₁ = IAS 20 P₂ = BH 1146 P₃ = BR 14 P₄ = IAC 5 P₅ = Nobre P₆ = PF 839204
P₇ = PF 84431 P₈ = PF 84432 P₉ = PF 85845 P₁₀ = PF 843025

associado a uma expressiva participação do número de grãos por espiga no progresso genético do trigo, no Brasil, nos últimos 50 anos.

O bom desenvolvimento e a alta prolificidade revelada no dialélico, pela maioria dos genótipos, ocorreram, provavelmente, em decorrência de excelentes condições ambientais ocorridas durante o período de cultivo do trigo, em 1987, ano em que foram obtidas elevadas médias de rendimento, tanto no Estado do Rio Grande do Sul (1781 kg/ha) quanto no país (1780 kg/ha), conforme dados divulgados pelo Departamento Geral de Comercialização do Trigo Nacional - CTRIN e pelo Anuário Estatístico

do Brasil (1987/1988). Esse bom desenvolvimento e a alta prolificidade do material propiciaram a manifestação intensa do vigor híbrido, comprovando a grande influência exercida pelo ambiente sobre a manifestação fenotípica dos genótipos avaliados, conforme relatado por Brenner (1988) e por Franco & Carvalho (1987).

Pela observação dos valores calculados para os quadrados médios da CGC e CEC, na Tabela 2, parece evidente a importância dos efeitos gênicos aditivos na herança dos caracteres estudados, pois, em relação a estatura, comprimento de pedúnculo, número de afilhos férteis por planta, número de

espiguetas férteis por espiga, peso de grãos por planta e número máximo de grãos por espiguetas, os valores foram altamente significativos estatisticamente. Todavia, foram obtidos significativos resultados tanto quanto à CEC como em relação aos caracteres comprimento de pedúnculo, número de espiguetas férteis por espiga principal e número máximo de grãos/espiguetas, o que indicou a presença de efeitos não-aditivos, ou seja, efeitos de dominância ou epistasia, confirmando os estudos realizados por Khalifa et al. (1980).

No caso dos programas de melhoramento de trigo, por ser este cereal uma espécie de autofecundação, há, por parte dos melhoristas, maior interesse nos efeitos aditivos, que são de fácil transmissão, incorporação e seleção. Atualmente, a obtenção de trigos híbridos comerciais é pouco explorada pelos programas de melhoramento, por conta de problemas que ainda não foram solucionados. Entre eles, podem ser destacados: a dificuldade em aumentar a porcentagem de fecundação cruzada do trigo, o tempo de receptividade do estigma, o tamanho reduzido das anteras, o baixo número de grãos de pólen produzidos por antera, as dificuldades no trabalho com genes restauradores e o elevado custo de produção e armazenamento das linhagens. Uma vez solucionados esses problemas, no futuro, o uso do vigor híbrido, expresso no dialélico pela CEC, poderá ser indicado como forma para aumentar o rendimento de grãos de trigo, atuando, principalmente, nos caracteres que representam os componentes do rendimento.

Assim, combinações específicas entre genótipos poderiam ser responsáveis pelo aumento no número de espiguetas férteis e, também, no número de grãos por espiguetas. Isso pode ser comprovado pelos dados incluídos na Tabela 2, onde, em relação aos dois caracteres, os quadrados médios da CEC foram altamente significativos, indicando a existência de combinações específicas de grande magnitude (Tabelas 10 e 12), provavelmente resultantes da grande diversidade genética dos genitores envolvidos.

Se, por um lado, o uso do vigor híbrido pode representar, no futuro, um significativo incremento na obtenção de genótipos superiores de trigo, com o objetivo de se alcançar maior rendimento de grãos,

por outro lado, a exploração dos efeitos aditivos, aqui representados pela CGC, parece ser uma opção mais segura a curto e médio prazos, para tal objetivo. Para que isso ocorra, é fundamental que o melhorista tenha, a sua disposição, variabilidade genética para obtenção de progresso genético. Nesse caso, a significância estatística das diferenças entre genótipos a 1 % de probabilidade (Tabela 1) evidenciou a existência de variabilidade e revelou que as variações observadas neste estudo tiveram origem, principalmente, nas diferenças genéticas entre os genótipos estudados no dialélico.

Os valores da CGC (g.), incluídos na Tabela 3, revelaram que, em relação a todos os caracteres, houve alguns genótipos que, em suas combinações híbridas, tiveram valores médios maiores ou menores do que a média de todos os cruzamentos do sistema dialélico. Dessa forma, os genótipos IAC 5, IAS 20, BH 1146 e Nobre foram responsáveis pelos maiores incrementos de estatura, enquanto os genótipos de origem mais recente (PF 839204, PF 84431, PF 84432, PF 85845 e PF 843025) foram responsáveis pelas maiores contribuições genéticas de sinal negativo, atuando como redutores da estatura. A cultivar BR 14, na média de seus cruzamentos, não teve destaque em relação à média geral dos cruzamentos. Quanto ao caráter comprimento de pedúnculo, as maiores contribuições para aumento foram observadas nas cultivares também responsáveis pelo seu aumento de estatura, ao passo que PF 84431 e PF 85845 seriam os genótipos mais indicados como fontes genéticas para a redução do comprimento do pedúnculo.

Em relação ao número de filhos férteis por planta, apenas os genótipos BR 14 e PF 84432, que revelaram contribuições para incremento da média, superiores a um desvio-padrão, poderiam ser indicados como trigos potencialmente melhoradores em relação a esse caráter.

Entre as cultivares antigas, apenas IAC 5 proporcionou um aumento superior a um desvio-padrão da média quanto ao caráter número de espiguetas férteis, apesar de essa variedade apresentar esterilidade basal da espiga como característica marcante. Por outro lado, as linhagens avaliadas, excetuando PF 839204, mostraram expressivo potencial quanto ao aumento do número de espiguetas férteis por espiga.

Considerando o peso de grãos por planta, apenas PF 839204, PF 84432 e PF 85845 poderiam ser indicados como potenciais melhoradores desse caráter. Em seguida, na Tabela 3, podem ser verificados os expressivos efeitos aditivos positivos dos genótipos IAS 20, PF 839204, PF 84431 e PF 85845, que, em suas combinações híbridas, apresentaram valores médios expressivos em comparação com a média geral dos cruzamentos, sendo, por esse motivo, genótipos que, provavelmente, possuem o melhor potencial para incremento do número de grãos por espiguetas.

Como foi visto anteriormente, os altos efeitos aditivos (alta frequência de genes favoráveis) observados em relação a caracteres importantes para o aumento da produtividade de grãos estiveram associados, principalmente, aos genótipos desenvolvidos mais recentemente. Contudo, esses genótipos revelaram, também, problemas em relação às moléstias fúngicas (principalmente as de espiga), devendo esse aspecto ser considerado por ocasião da escolha dos genitores e das combinações entre eles, nos programas de melhoramento.

Mereceram destaque, ainda, entre as variedades mais antigas, os comportamentos positivos apresentados por: BR 14, pelo número de afilhos e pela redução do comprimento do pedúnculo; IAC 5, pelo número de espiguetas férteis e IAS 20, pelo expressivo potencial para incremento do número de grãos por espiguetas.

Como destaques negativos em relação aos caracteres estudados, surgiram as cultivares BH 1146 e Nobre, que revelaram contribuir desfavoravelmente para todos os fatores de interesse para o melhoramento, em comparação com os demais genótipos avaliados. Todavia, esses genótipos poderão ser aproveitados nos programas de melhoramento, pelo que representam em termos de ajuste às condições de ambiente e resistência às doenças, no sul do Brasil, comprovado ao longo de muitos anos, em cultivos comerciais e em experimentação, em ensaios conduzidos sob a responsabilidade de órgãos oficiais de pesquisa de trigo.

CONCLUSÕES

Analisados os resultados obtidos neste experimento, concluiu-se que:

1. Os efeitos aditivos tiveram significativa influência na expressão dos caracteres altura de planta, comprimento do pedúnculo, número de afilhos férteis por planta, número de espiguetas férteis por espiga, peso de grãos por planta e número máximo de grãos por espiguetas.

2. Os efeitos não-aditivos foram significantes em relação aos caracteres comprimento de pedúnculo, número de espiguetas férteis por espiga e número máximo de grãos por espiguetas.

3. As variedades mais antigas, BH 1146, IAS 20 e IAC 5, foram responsáveis pelos maiores incrementos de estatura de planta e de comprimento do pedúnculo.

4. A cultivar Trigo BR 14 e a linhagem PF 84432 propiciaram aumento do número de afilhos férteis por planta, enquanto PF 84432 foi o genótipo que evidenciou acréscimos quanto a número de espiguetas férteis por espiga. As linhagens PF 839204, PF 84432 e PF 85845 foram as que revelaram maior contribuição quanto a peso de grãos por planta, e IAS 20, PF 839204, PF 84431 e PF 85845 foram os genitores que mais contribuíram para o aumento do número de grãos por espiguetas.

AGRADECIMENTOS

Ao Centro Nacional de Pesquisa de Trigo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CNPT/EMBRAPA) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio financeiro prestado ao desenvolvimento deste trabalho. Ao Dr. Vanderlei da Rosa Caetano, pelas sugestões e pelo fornecimento das linhagens de trigo utilizadas neste experimento.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, V.L.; KEMPTHORNE, O. A model for the study of quantitative inheritance. *Genetics*, v.39, p.883-898, 1954.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: IBGE, v. 48, p. 346, 1987/1988.

- BAKER, R.J. Issues in dialled analysis. **Crop Science**, v.18, n.4, p.553-536, 1978.
- BONAPARTE, E.E.N.A. Diallel analysis of leaf number and duration to mid-silk in maize. **Canadian Journal Genetics and Cytology**, n.19, p.251-258, 1977.
- BRANDLE, J.E.; McVETTY, P.B.E. Heterosis and combining ability in hybrids derived from oilseed rape cultivars and inbred lines. **Crop Science**, v.19, p.1191-1195, 1989.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento e reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. 165p. (Boletim Técnico, 30).
- BRENNER, D. **Estimativa da capacidade combinatória e dos parâmetros genéticos de oito populações de milho (*Zea mays* L.)**. Porto Alegre: UFRGS - Faculdade de Agronomia, 1988. 84p. Tese de Mestrado.
- COCKERHAM, C.C. Implications of genetic variances in a hybrid breeding program. **Crop Science**, v.1, p.47-52, 1961.
- 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.
- FRANCO, F. de A.; CARVALHO, F.I.F. de. Progresso genético no rendimento de trigo e sua associação com diferentes caracteres sob variações ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.22, n.3, p.311-321, 1987.
- GARDNER, C.O.; EBERHART, S.A. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. **Biometrics**, v.22, n.3, p.439-452, 1966.
- GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal Biological Sciences**, v.9, p.463-493, 1956.
- HANSON, W.D. Evaluating genetic changes associated with selection utilizing information from diallel mating designs. **Crop Science**, v.27, p.919-923, 1987.
- HAYMAN, B.I. The analysis of variance of diallel tables. **Biometrics**, v.10, p.235-244, 1954a.
- HAYMAN, B.I. The separation of epistatic from additive and dominance variation in generation means. **Heredity**, v.12, p.371-390, 1958b.
- HAYMAN, B.I. The separation of epistatic from additive and dominance variation in generation means. II. **Genetics**, v.31, p.133-146, 1960b.
- HAYMAN, B.I. The theory and analysis of diallel crosses. **Genetics**, v.39, p.789-809, 1954b.
- HAYMAN, B.I. The theory and analysis of diallel crosses. II. **Genetics**, v.43, p.63-85, 1958a.
- HAYMAN, B.I. The theory and analysis of diallel crosses. III. **Genetics**, v.45, p.155-172, 1960a.
- KHALIFA, M.A.; RUSHDI, M.K.; HASSAMBALLA, E.A.; ABDALLAH, M.M. **Combining ability and genotype x environment interaction in some wheat crosses**. II - Sea water effects. Cairo, Egypt: AIN Shams University - Faculty of Agriculture, 1980. 13p.
- LONNQUIST, J.H.; GARDNER, C.O. Heterosis in intervarietal crosses in maize and its implication in breeding procedures. **Crop Science**, v.1, p.179-183, 1961.
- LOPES, M.A.; GAMA, E.E.G.; VIANNA, R.T.; SOUZA, I.R.P. Heterose e capacidade de combinação para produção de espigas em cruzamentos dialélicos de seis variedades de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, p.349-354, 1985.
- MACIEL, G.A.; RAI, K.N.; ANDREWS, D.J. Combining ability analysis of grain yield, plant height and days to bloom in pearl millet. **Revista Brasileira de Genética**, v.10, n.3, p.535-541, 1987.
- MATHER, K.; JINKS, J.L. **Biometrical genetics**. New York: Cornell University Press, 1971. 382p.
- PATERNIANI, E. Melhoramento de populações de milho. **Ciência e Cultura**, v.21, p.3-10, 1969.
- PEREIRA, L.R. **Comportamento de cinco linhagens de milho (*Zea mays*, L.) em cruzamentos dialélicos**. Porto Alegre: UFRGS - Faculdade de Agronomia, 1976. 196p. Tese de Mestrado.
- REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 21., 1989, Passo Fundo, RS. **Ata...** Passo Fundo: EMBRAPA/CNPT, 1989. 132p.
- RIGGS, T.J.; HAYTER, A.M. Diallel analysis of time to heading in spring barley. **Heredity**, v.29, p.341-357, 1972.

- ROOD, S.B.; MAJOR, D.J. Diallel analysis of flowering-time in corn (*Zea mays*) using a corn heat unit transformation. **Canadian Journal of Genetics and Cytology**, v.22, p.633-640, 1980.
- SCHEEREN, P.L. **Respostas do trigo (*Triticum aestivum* L.) aos estresses causados por baixa luminosidade e/ou excesso de água no solo: suas implicações com o melhoramento genético.** Porto Alegre: UFRGS - Departamento de Genética, 1990. 191p. Tese de Doutorado.
- SEBER, G.A.F. **Linear regression analysis.** New York: John Willey & Sons, 1977. 654p.
- SPRAGUE, G.F.; TATUM, L.A. General versus specific combining ability in single crosses of corn. **Journal American Society of Agronomy**, v.34, p.923-932, 1942.
- VIANA, R.T. **Correlações genéticas e capacidade geral de combinação em linhagens endogâmicas de milho (*Zea mays* L.).** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1977. 70p. Tese de Mestrado.
- WASSIMI, N.N.; HOSFIELD, G.L.; UEBERSAK, M.A. Combining ability of tannin content and protein characteristics of raw and cooked dry beans. **Crop Science**, v.28, p.452-458, 1988.