

CAPACIDADE COMBINATÓRIA E HETEROSE EM CRUZAMENTO DIALÉLICO DE AVEIA (*Avena sativa* L.)

COMBINING ABILITY AND HETEROISIS IN DIALLELIC OAT CROSSES

LORENCETTI, Claudir¹; CARVALHO, Fernando I. F. de²; BENIN, Giovanni¹; MARCHIORO, Volmir S.³; OLIVEIRA, Antônio C. de²; SILVA, José A. G. da¹; HARTWIG, Irineu⁴; SCHMIDT, Douglas A. M.⁴; VALÉRIO, Igor P.⁴

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo estimar a capacidade geral de combinação (CGC) e a capacidade específica de combinação (CEC) e fornecer informações genéticas relacionadas aos componentes do rendimento de grãos através de cruzamentos dialélicos envolvendo cinco genitores de aveia, analisados pelo método 2, modelo B, descrito por GRIFFING (1956). O experimento foi conduzido no Centro Agropecuário da Palma, Capão-do-Leão/RS, em 2002. Foram avaliados os seguintes caracteres: rendimento de grãos (RG); peso de mil grãos (PMG); número de grãos panícula⁻¹ (NGP); número de panículas/planta (NPP) e peso de panícula (PP). Foi observado, com base na análise dialélica, que a CGC evidenciou importância superior a CEC para todos os caracteres estudados, exceto RG que revelou grande influência dos efeitos gênicos não aditivos. Também, há indicativo de variabilidade genética para capacidade geral de combinação, revelada principalmente pelo genótipo UPF 16 que também expressou valores elevados para determinadas combinações específicas como para RG e PMG. Foi observada associação de elevada magnitude para a heterose dos caracteres NGPxRG, NGPxPP, NPPxRG, NPPxPP e RGxPP. Por outro lado, não foi observada correlação entre heterose de RG e PMG indicando dificuldades na obtenção de populações segregantes superiores para ambas as variáveis, uma vez que isto é de grande importância para o melhoramento de aveia.

Palavras-chave: capacidade geral e específica de combinação, correlação, análise dialélica.

INTRODUÇÃO

A aveia é um dos mais importantes cereais cultivados, ocupando o sexto e quinto lugar na produção, em nível mundial e nacional, respectivamente (FAOSTAT, 2003). De acordo com BROWN & FORSBERG (1987), o grande desafio dos melhoristas de aveia consiste em disponibilizar, permanentemente, genótipos com qualidade industrial elevada e, também, identificar constituições genéticas que superem o rendimento de grãos expresso pelas cultivares existentes no mercado. Contudo, a primeira dificuldade encontrada pelo melhorista é com relação ao conhecimento e identificação dos genitores que deverão ser utilizados em hibridações artificiais. A escolha dos genitores com base em caracteres desejáveis é insuficiente para assegurar a obtenção de progênes com alto potencial genético. É necessário que os genótipos utilizados nos cruzamentos tenham capacidade combinatória em nível expressivo para produzirem, em alta frequência, recombinações favoráveis (FERREIRA FILHO, 1982).

Conseqüentemente, qualquer progresso genético que ocorra em progênes provenientes de cruzamentos entre genitores escolhidos com base no fenótipo, poderá ser aleatório e de difícil repetibilidade (GANDIN, 1982).

Desta forma, o sucesso de um programa de melhoramento genético é condicionado pela eficiência na escolha dos genitores, que ao serem cruzados, produzam híbridos e, posteriormente, populações segregantes promissoras, favorecendo o trabalho do melhorista na obtenção de progresso genético. Em vista disso, o cruzamento dialélico tem sido amplamente utilizado para seleção de genitores.

Para LEFFEL & WEISS (1958), o relacionamento entre linhagens, seus híbridos F₁ e gerações subseqüentes é digno de investigações, por predizer as potencialidades de gerações futuras e fornecer estimativas de parâmetros genéticos essenciais para utilização de métodos de melhoramento, tendo a análise de cruzamentos dialélicos grande utilidade para esses fins.

Vários são os métodos empregados para análise e interpretação de cruzamentos dialélicos, conforme mostrado por CRUZ & REGAZZI (1997). Cada uma destas técnicas tem suas peculiaridades e exploram de forma diferenciada os dados, sendo preferida de acordo com os objetivos do pesquisador. Dentre os principais métodos pode ser destacado o de GARDNER & EBERHART (1966), estudando em detalhes a heterose, e o de GRIFFING (1956), fornecendo informações sobre a capacidade geral e específica de combinação dos genitores em cruzamentos artificiais. Neste último, as somas dos quadrados de tratamentos são desdobradas em efeitos de capacidade geral (CGC), específica de combinação (CEC) e, dependendo do método, em efeitos recíprocos.

A importância relativa das variâncias da CGC e de CEC relacionadas com os efeitos aditivos e não aditivos, respectivamente, tem sido apontada por diversos pesquisadores. É na existência de tais variabilidades que residem a viabilidade e sucesso do melhoramento proposto (CRUZ et al., 1987).

O presente trabalho teve como objetivo determinar a CGC e CEC através de cruzamento dialélico, desconsiderando os recíprocos, com a finalidade de fornecer informações genéticas sobre componentes do rendimento de grãos em aveia hexaplóide.

¹ Eng. Agr., doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitomelhoramento) da UFPel. E-mail: lorencetti@zipmail.com.br.

² Eng. Agr., Ph.D, Prof. do Depto de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM/UFPel), - Campus Universitário Cx. Postal: 354. Cep: 96001-970, Pelotas/RS. E-mail: carvalho@ufpel.tche.br (Autor para correspondência).

³ Eng. Agr., Dr, pesquisador da COODETEC.

⁴ Estudante de Agronomia, bolsista de iniciação científica (CNPq).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no Centro Agropecuário da Palma, na área experimental Centro de Genômica e Fitomelhoramento, localizado no município de Capão-do-Leão, ano agrícola de 2002. O solo é do tipo Podzólico Vermelho-amarelo, o qual foi adubado de acordo com análise de solo. Também foi efetuado controle de moléstias de parte aérea, com duas aplicações de fungicida Tebuconazole, na dose de 0,75 L ha⁻¹, sendo a primeira aplicação no surgimento das pústulas da ferrugem da folha (*Puccinia coronata* f. sp. *avenae*) e a segunda no ressurgimento das mesmas.

Foram utilizados quatro cultivares de aveia, UPF 16, UPF 18, UFRGS 7 e UFRGS 17, a linhagem URPEL 95/015, e todos os dez híbridos resultantes do cruzamento dialélico entre os genitores. Os genitores foram escolhidos com base no rendimento de grãos e caracteres agrônômicos de interesse, bem como, pela divergência morfológica apresentada pelos mesmos. As sementes híbridas foram obtidas durante a estação fria de 2000, em casa-de-vegetação, através de hibridações artificiais.

Os híbridos F_{1s} e os genitores foram conduzidos em delineamento completamente casualizados com três repetições. Uma unidade experimental foi composta de dez plantas, cultivadas em uma linha de 3 m de comprimento, com espaçamento de 0,3 m entre plantas e entre linhas, sendo avaliados os seguintes caracteres: 1) rendimento de grãos da parcela, em gramas (RG); 2) Peso médio de grãos, em gramas, determinado na panícula principal da planta pela contagem das sementes divididas pelo peso total, para obter o peso médio de grãos (PMG); 3) número de grãos panícula⁻¹ (NGP); 4) número de panículas planta⁻¹ (NPP); 5) peso de panícula (PP). Todos os dados foram obtidos com base na planta individual, sendo inicialmente contado o NPP e, posteriormente, com base na panícula principal PP, NGP e PMG. As demais panículas da planta foram trilhadas conjuntamente fornecendo o RG. O caráter PP foi incluído na análise dialélica em função da elevada correlação com o

rendimento de grãos, conforme demonstraram os autores CAIERÃO et al. (2001) e BENIN et al. (2003).

Com base nos resultados da análise de variância, as somas de quadrados dos tratamentos foram decompostas em capacidade geral (CGC) e específica de combinação (CEC), desconsiderando os recíprocos. Para a decomposição, foi empregado o Método 2, modelo 2 de GRIFFING (1956), através do seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = m + g_i + g_j + s_{ij} + \varepsilon_{ij}, \text{ onde:} \quad (1)$$

Y_{ij} : valor médio da combinação híbrida ($i \neq j$) ou do genitor ($i = j$); m : média geral; g_i , g_j : efeitos da capacidade geral de combinação do i -ésimo e do j -ésimo genitor, respectivamente; s_{ij} : efeito da capacidade específica de combinação para os cruzamentos entre os genitores de ordem i e j ; ε_{ij} : erro experimental médio.

A heterose foi calculada em relação à média dos genitores, em percentagem, sendo posteriormente estimada a correlação de Pearson entre as heteroses dos caracteres. Todas as análises foram realizadas com auxílio do programa computacional GENES (CRUZ, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme verificado na Tabela 1, houve significância a 1% de probabilidade de erro, pelo teste F na análise de variância, para os quadrados médios de tratamento (QMT), em todos os caracteres avaliados. Desta forma foi desdobrado a soma de quadrados de tratamentos em CGC e CEC, conforme o método 2, modelo 2 de GRIFFING (1956). A significância para QMT era esperada em função de os genitores terem sido escolhidos em função da variabilidade morfológica apresentada para esses caracteres (RECOMENDAÇÕES, 2000).

Tabela 1 - Quadrados médios da análise de variância para tratamentos, capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC), para os caracteres peso de mil grãos (PMG), número de grãos panícula⁻¹ (NGP), número de panícula planta⁻¹ (NPP), rendimento de grãos/parcela (RG) e peso de panícula (PP), conforme GRIFFING (1956), Pelotas/RS, 2002.

F. V.	G.L.	Quadrados médios (QM)				
		PMG	NGP	NPP	RG	PP
Tratamentos	14	73,02**	2050,1**	8,247**	9949,59**	4,40**
CGC	4	169,18**	2626,9**	23,934**	8499,26**	4,52**
CEC	10	34,56**	1819,4**	1,971**	10529,72**	3,75**
CV (%)		5,62	9,14	9,83	13,41	8,28

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

Os efeitos da capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação foram significativos ($p < 0,01$), para todos os caracteres (Tabela 1). A significância para a CGC e a CEC indica a existência de variabilidade entre os efeitos da CGC (g_i), associados a efeitos gênicos aditivos, e entre os efeitos da CEC (s_{ij}), associados aos não-aditivos. Fato importante a ser observado está relacionado com a magnitude dos quadrados médios de CGC e CEC, evidenciando que para todos os caracteres analisados, exceto RG, a CGC foi superior a CEC enfatizando, deste modo, uma grande contribuição da ação gênica aditiva no controle dos caracteres estudados. Este fato é esperado, segundo ALLARD (1999), quando se trabalha com constituições heterogêneas; entretanto, para RG a estimativa de CEC foi superior a CGC permitindo estabelecer

a hipótese de que os efeitos gênicos não aditivos revelados foram de maior importância na determinação do caráter do que os aditivos.

A Tabela 2 revela as médias originais, das três repetições, para as variáveis PMG, NGP, NPP, RG e PP, respectivamente. Os dados referentes às médias facilitam a visualização dos resultados, permitindo a utilização conjunta com os dados da análise dialélica para discussão e melhor entendimento. As médias dos genitores (Y_{ii}) e dos F₁ ($Y_{i.}$) são analisados na diagonal e acima desta na tabela, respectivamente. A escolha dos genitores para formação das populações segregantes é crucial para obtenção de êxito nos programas de melhoramento, sendo a capacidade combinatória, com presença de genes complementares, a

grande responsável pelo sucesso. De acordo com MIRANDA et al. (1998), os genitores que apresentarem as mais elevadas CGC devem ser preferidos para constituírem os blocos de cruzamentos, favorecendo a seleção de linhagens homozigotas em espécies autógamas. Conforme Cruz e REGAZZI (1997), estimativa muito baixa de g_i indica que a CGC do genitor i com base em seus cruzamentos não difere

da média geral do dialélico. Por outro lado, valores elevados de g_i , positivos ou negativos, revelam que o genitor i é muito superior ou inferior, respectivamente, aos demais genitores do dialélico. Para CRUZ e VENCOVSKY (1989), apresentará maior g_i o genitor que possuir maiores freqüências de alelos favoráveis para o caráter em questão.

Tabela 2 - Médias para peso de mil grãos (PMG), número de grãos/panícula (NGP), número de panículas/planta (NPP), rendimento de grãos (RG) e peso de panícula (PP), de cinco genitores e seus respectivos híbridos F_{1s} em aveia, Pelotas-RS, 2002.

Genitores	UPF 16	UPF 18	UFRGS 7	UFRGS 17	URPEL 95/015	$Y_{ii}+Y_{ij}$	Y_i
Peso de mil grãos (g 1000 grãos ⁻¹)							
UPF 16	35,14	36,72	32,04	40,37	35,97	215,37	36,05
UPF 18		32,58	29,09	40,09	38,57	209,62	35,41
UFRGS 7			21,72	29,16	33,48	167,22	29,10
UFRGS 17				29,70	36,84	205,85	35,23
URPEL 95/015					33,97	212,80	35,77
Média geral							33,70
Número de grãos panícula ⁻¹							
UPF 16	70,0	177,7	134,1	116,3	112,2	680,27	122,056
UPF 18		132,1	163,2	133,2	125,9	864,17	146,415
UFRGS 7			115,2	135,7	137,7	800,96	137,159
UFRGS 17				95,7	128,9	705,44	121,956
URPEL 95/015					100,1	704,76	120,939
Média geral							125,186
Número de panícula/planta							
UPF 16	10,22	8,96	8,72	8,11	6,60	52,83	8,52
UPF 18		4,61	6,22	5,40	4,90	34,71	6,02
UFRGS 7			9,33	7,73	6,81	48,15	7,76
UFRGS 17				6,30	6,39	40,22	6,78
URPEL 95/015					6,58	37,85	6,26
Média geral							7,13
Rendimento de grão (g)							
UPF 16	168,83	329,31	202,09	228,11	167,77	1260,94	218,82
UPF 18		93,49	145,09	147,01	135,03	943,42	169,99
UFRGS 7			121,32	191,31	170,71	951,85	166,11
UFRGS 17				107,11	187,57	968,21	172,22
URPEL 95/015					133,19	927,46	158,85
Média geral							168,40
Peso de panícula (g)							
UPF 16	3,3	7,4	4,8	5,4	4,7	28,96	5,125
UPF 18		4,5	5,6	6,0	5,6	33,68	5,829
UFRGS 7			2,8	4,6	5,2	25,80	4,600
UFRGS 17				3,1	5,6	27,80	4,939
URPEL 95/015					4,0	28,98	4,996
Média geral							4,841

A Tabela 2 mostra os dados do caráter PMG, onde pode ser observado que dentre os genitores apenas UPF 16 e URPEL 95/015 apresentaram estimativas superiores a média, merecendo maior destaque a UPF 16. Através das estimativas dos efeitos de CGC, Tabela 3, é observado que quatro dos cinco genitores evidenciaram estimativas positivas, para o referido caráter, sendo que os genótipos que mostraram ser superiores a média geral revelaram as maiores estimativas de CGC (UPF 16 e URPEL 95/015). Por outro lado, a UFRGS 7 que mostrou a menor média (Tabela 2), também evidenciou a

menor estimativa para CGC. Estes resultados revelam que os genitores UPF 16 e URPEL 95/015 podem ser indicados em cruzamentos visando aumentar o PMG, já que este é um caráter de extrema importância para a cultura da aveia branca, onde grãos maiores são preferidos para o consumo. Todavia, a UFRGS 7 ao ser utilizada em cruzamentos poderá implicar na redução do PMG, fato altamente indesejado para o melhoramento de aveia.

Para o caráter NGP, apenas o genótipo UPF 18 revelou superioridade em relação a média geral de todos os

tratamentos (Tabela 2), indicando também o maior valor de CGC (Tabela 3) que juntamente com a UFRGS 7 foram os únicos a apresentarem valores elevados e positivos para este caráter. Quanto ao NPP pode ser detectado que, dentre os genitores, a UPF 16 e UFRGS 7 revelaram valores superiores à média geral, sendo confirmada essa superioridade através da CGC com valores positivos. Por outro lado a UPF 18 demonstrou a menor capacidade de afilhamento.

Em relação ao caráter rendimento de grãos (RG) pode ser verificado (Tabela 3) que o genótipo UPF 16 foi o único a apresentar valor positivo para CGC, indicando a possibilidade de incrementar o RG quando este genótipo for empregado em blocos de cruzamento, hipótese embasada na complementaridade de genes, o que sugere que quando combinado com os demais produzirá progênie superiores. É

importante observar que este genótipo revelou estimativas altamente negativas para NGP; entretanto, evidenciou os mais elevados valores de g_i para PMG e NPP, o que contribuiu para elevar o rendimento de grãos. A estimativa de g_i (Vencovsky, 1987), tem sido de grande valia para a seleção de genitores em programas de melhoramento, pois altas estimativas de g_i geralmente são expressas por genótipos com a maior frequência de alelos favoráveis.

Para PP, nenhum dos genitores foi superior a média geral do dialélico, conforme dados incluídos na Tabela 2; isto provavelmente se deve a grande heterose revelada para este caráter, todavia, há evidência de que a UPF 18 superou os demais genitores sendo confirmado pela maior CGC (Tabela 3).

Tabela 3 – Capacidade geral de combinação (g_i), para quatro caracteres e cinco genitores de aveia, Pelotas-RS, 2002.

Caracteres	Efeitos					DP ($g_i - g_j$)
	UPF 16	UPF 18	UFRGS 7	UFRGS 17	URPEL 95/015	
Peso mil de grãos	1,886	1,064	-4,995	1,519	0,526	0,584
Nº de grãos panícula ⁻¹	-10,128	16,143	7,129	-6,529	-6,615	3,53
Nº de panícula planta ⁻¹	1,44	-1,146	0,754	-0,36	-0,688	0,216
Rendimento de Grãos	35,791	-9,566	-8,366	-6,023	-11,836	6,966
Peso de Panícula	-0,02	0,652	-0,46	-0,18	0,008	0,124

Analisando as estimativas de CGC é verificado que a linhagem URPEL 95/015 apresentou valores negativos para NGP, NPP e principalmente para RG, sendo para este último o valor negativo mais elevado, indicando que ao ser utilizado em blocos de cruzamentos este genótipo dificilmente expressará progênie superiores para rendimento de grãos (Tabela 3).

As estimativas dos efeitos de CGC (Tabela 3) para PMG e NPP mostraram as maiores amplitudes de variação de 11,78 e 11,97 vezes o desvio padrão (DP), respectivamente, e a menor foi de 6,84 vezes o DP para RG, evidenciando a ocorrência de diferenças entre os efeitos de CGC dos genitores estudados.

A Tabela 4 inclui as estimativas de heterose, em porcentagem com relação à média dos genitores, para todos os caracteres analisados. Nela, pode ser observado que na maioria dos casos as estimativas de heterose para RG estão associadas a heterose para NGP, NPP e PP. Isto é confirmado através da correlação da heterose para estes caracteres, conforme evidenciado na Tabela 5, onde são reveladas elevadas correlações de NGP (0,82), NPP (0,96) e PP (0,91) com RG. Com isso, pode ser constatado que a heterose para RG é, em grande parte, na média geral, devido à heterose para NGP, NPP e PP. Por outro lado, não foi observada correlação entre heterose para PMG e RG. Conforme CRUZ e REGAZZI (1997), a maior heterose revelada pela combinação híbrida resulta em maior probabilidade de resgate de indivíduos superiores nas suas populações segregantes. Desta forma, a ausência de correlação entre heterose para PMG x RG pode representar uma dificuldade para o melhoramento dessa cultura, uma vez que esses dois caracteres são de grande importância para o melhoramento de aveia e que a obtenção de heterose para um dificilmente implicará em heterose para o outro.

Correlações elevadas e significativas entre as heteroses também foram observadas para NGP x NPP, NGP x PP, NPP x PP (Tabela 5). Isto mostra a possibilidade de obter efeitos heteróticos para NGP, NPP e PP; entretanto, a ausência de correlação de PMG com os demais caracteres evidencia forte entrave no sentido de obtenção de heterose para todos os

caracteres em um único cruzamento, dando preferência para aquelas combinações que revelam maior heterose para RG em que o PMG não seja limitante, como no caso de UFP 16 x UPF 18.

A CGC, como discutido anteriormente, mostrou grande influência exercida pelos efeitos gênicos aditivos; contudo a significância da CEC, a reduzida magnitude de superioridade da CGC em relação CEC principalmente para NGP e PP (Tabela 2), associado a estimativa mais elevada da CEC do que CGC para RG demonstrou a expressiva influência de efeitos gênicos de epistasia e dominância, sendo a última reforçada pela grande heterose revelada para todos os caracteres, exceto para NPP. Isto porque, conforme VENCOVSKY e BARRIGA (1992), quando um híbrido exibe heterose pode se dizer que existe determinado nível de dominância nos locos cuja atividade interfere no caráter ou que ela ocorre em uma parcela desses locos.

O parâmetro s_{ij} refere-se ao efeito de capacidade de combinação de um genitor com ele próprio e é de fundamental importância para indicar a direção dos desvios de dominância do caráter. A estimativa será negativa quando os desvios forem predominantemente positivos e positiva em caso contrário. Quando os valores forem positivos e negativos há evidência de dominância bidirecional (CRUZ e VENCOVSKY, 1989). Através da estimativa s_{ij} ficou constatada a herança unidirecional para PMG, NGP, RG e PP e bidirecional para NPP (Tabela 6). Apenas os genitores UPF 18 e UFRGS 17 revelaram valores negativos para todos os caracteres; contudo, a UPF 16 evidenciou as estimativas mais elevadas para RG e NGP, mostrando grande aptidão no sentido de incrementar esses caracteres. Para PMG a maior contribuição no sentido de melhorar o caráter foi evidenciada pela UFRGS 17.

De acordo com GOMES (2000), aos efeitos da capacidade específica de combinação (s_{ij}) podem ser interpretados como o desvio de um híbrido em relação ao que seria esperado com base nas capacidades gerais de combinação de seus genitores. Os maiores valores são para os genótipos mais dissimilares nas frequências dos genes com

dominância, embora sejam também influenciados pela frequência gênica média do dialélico. Para CRUZ e REGAZZI (1997), baixos valores de s_{ij} indicam que os híbridos apresentam comportamento conforme o esperado com base

na CGC, enquanto que elevados valores absolutos de s_{ij} revelam um desempenho melhor ou pior do que o esperado. Portanto, as estimativas CEC evidenciam o efeito de genes com efeitos não aditivos, seja de dominância ou de epistasia.

Tabela 4 - Estimativa de heterose em relação a média dos genitores, em %, para peso de mil grãos (PMG), número de grãos panícula⁻¹ (NGP), número de panícula planta⁻¹ (NPP), rendimento de grãos da parcela (RG) e peso de panícula (PP), avaliados em 10 híbridos de aveia branca, Pelotas-RS, 2002.

Genótipos	Caracteres				
	PMG	NGP	NPP	RG	PP
UPF 16 x UPF 18	8,5	75,9	21,6	153,0	89,7
UPF 16 x UFRGS 7	12,7	44,8	-10,8	40,3	57,4
UPF 16 x UFRGS 17	24,5	40,4	-1,8	66,6	68,8
UPF 16 x URPEL 95/015	4,1	31,9	-21,4	11,9	28,8
UPF 18 x UFRGS 7	7,2	31,9	-10,8	35,1	53,4
UPF 18 x UFRGS 17	28,7	16,9	-0,9	46,6	57,9
UPF 18 x URPEL 95/015	15,9	8,4	-12,5	19,1	31,8
UFRGS 7 x UFRGS 17	13,4	28,7	-1,3	67,5	55,9
UFRGS 7 x URPEL 95/015	20,2	27,9	-14,5	34,1	52,9
UFRGS 17 x URPEL 95/015	15,7	31,7	-0,8	56,1	57,7
Média	15,1	33,9	-5,3	53,0	55,4

Tabela 5 - Estimativa de correlação de heterose, para peso de mil grãos (PMG), número de grãos panícula⁻¹ (NGP), número de panícula planta⁻¹ (NPP), rendimento de grãos da parcela (RG) e peso de panícula (PP), avaliados em 10 híbridos de aveia branca, Pelotas-RS, 2002.

Caracteres	PMG	NGP	NPP	RG	PP
PMG	-	0,38	0,11	-0,05	0,17
NGP		-	0,66*	0,82**	0,78**
NPP			-	0,96**	0,98**
RG				-	0,91**
PP					-

Tabela 6 - Estimativas para os efeitos da CEC para os caracteres peso de mil grãos (PMG), número de grãos panícula⁻¹ (NGP), número de panícula planta⁻¹ (NPP), rendimento de grãos da parcela (RG) e peso de panícula (PP), em cinco genitores e seus respectivos híbridos em aveia branca, Pelotas-RS, 2002.

Genótipos	Efeito (s_{ij})	Caracteres				
		PMG	NGP	NPP	RG	PP
UPF 16	S_{11}	-2,33	-34,94	0,20	-73,18	-1,5
UPF 18	S_{22}	-3,25	-25,39	-0,23	-55,76	-1,64
UFRGS 7	S_{33}	-1,99	-24,26	0,67	-30,36	-1,11
UFRGS 17	S_{44}	-5,05	-16,44	-0,10	-49,25	-1,39
URPEL 95/015	S_{55}	-2,76	-11,87	0,86	-11,52	-0,86
UPF 16 x UPF 18	S_{12}	0,07	46,49	1,59	134,68	1,93
UPF 16 x UFRGS 7	S_{13}	1,45	11,9	-0,61	6,28	0,44
UPF 16 x UFRGS 17	S_{14}	4,86	7,76	-0,10	29,94	0,76
UPF 16 x URPEL 95/015	S_{15}	-1,13	3,74	-1,27	-24,55	-0,13
UPF 18 x UFRGS 7	S_{23}	-0,68	14,73	-0,53	-5,36	0,57
UPF 18 x UFRGS 17	S_{24}	4,30	-1,61	-0,21	-5,81	0,69
UPF 18 x URPEL 95/015	S_{25}	2,29	-8,83	-0,39	-11,99	0,1
UFRGS 7 x UFRGS 17	S_{34}	-0,07	9,9	0,19	37,29	0,4
UFRGS 7 x URPEL 95/015	S_{35}	3,24	11,99	-0,39	22,51	0,81
UFRGS 17 x URPEL 95/015	S_{45}	1,10	16,84	0,33	33,07	0,93

Para RG, os maiores efeitos para CEC foram observados para UPF 16 x UPF 18, UFRGS 7 x UFRGS 17 e UFRGS 17 x URPEL 95/015, revelando que o uso dos referidos genitores em programas de melhoramento poderá produzir progênes promissoras, de onde poderão ser extraídas linhagens superiores. Em geral, conforme PAINI et al. (1996), são de interesse para o melhoramento combinações híbridas com elevadas estimativas de s_{ij} e que envolvam pelo menos um genitor com maior g_i , desse modo, o cruzamento entre UPF 16 x UPF 18 tende a ser mais promissor que os demais por esta

constituição híbrida ter apresentado as maiores estimativas de CEC para NGP, NPP e PP além do genitor UPF 16 ter expressado elevada CGC (Tabela 3).

A melhor CEC, Tabela 6, para PMG foi verificada no cruzamento UPF 16 x UPF 18, seguido por UFRGS 7 x UFRGS 17 e UFRGS 17 x URPEL 95/015, sendo que destes os genitores UPF 16 e UPF 18 apresentaram valores de CGC positivos elevados para o referido caráter. Para NGP a estimativa mais elevada foi para UPF 16 x UPF 18, sendo que a UPF 18 apresentou o valor mais elevado de CGC (Tabela 3).

Em relação a NPP os maiores valores foram mostrados para UPF 16 x UPF 18, assim como para PP.

Em aveia dois caracteres de grande importância são RG e PMG, sendo o último de elevado interesse para a indústria. Para isto, é interessante observar que os cruzamentos mais promissores foram UPF 16 x UPF 18 com o mais elevado valor de CEC para RG e com desempenho não limitante (Tabela 2) para PMG e UPF 16 x UFRGS 17 com a melhor estimativa de CEC para PMG e boa aptidão para RG.

CONCLUSÃO

Há evidências de variabilidade genética para capacidade geral de combinação expressa pela constituição genética UPF 16 que também apresentou valores elevados para determinadas combinações específicas em caracteres como rendimento de grãos e peso de mil grãos;

Apesar de detectados elevados coeficientes de correlação para heterose entre diferentes caracteres não há relação entre rendimento de grãos e peso de mil grãos, fator de extrema importância no melhoramento, se o objetivo for a obtenção de populações heteróticas nestas duas variáveis.

ABSTRACT

This study aimed to estimate the general (GCA) and specific (SCA) combining abilities and to provide genetic information related to the yield components through diallelic crosses involving five oat parents, analyzed by the method 2, model B, described by GRIFFING (1956). The experiment was conducted in the Centro Agropecuário da Palma. The following traits were evaluated: grain yield (GY); weight of a thousand grains (WTG); number of grains/panicle (NGP); number of panicle/plant (NPP) and panicle weight (PW). It was observed, based on the diallelic analysis, that GCA was more important than SCA for all studied traits, except GY that revealed a great influence of non-additive genetic effects. Also, there is some evidence for genetic variability for general combining ability, revealed mainly by the genotype UPF 16 that also expressed high values for some specific combinations such as GY and WTG. A high association was observed for heterosis between the traits NGP x GY; NGP x PW; NPP x GY; NPP x PW and GY x PW. On the other hand, it was not observed correlation between heterosis for GY and WTG suggesting to be difficult to obtain superior segregant populations for both traits, since this association is very important for oat breeding.

Key words: specific and general combining, correlation, diallelic analysis.

REFERÊNCIAS

ALLARD, R.W. **Principles of plant breeding**. New York: J. Wiley, 1999. 485 p.
 BENIN, G.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C. et al. Estimativas de correlações e coeficientes de trilha como critérios de seleção para rendimento de grãos em aveia. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.9, n.1 p.9-16, 2003.
 BROWN, C.M. ; FORSBERG, R.A. Oat. In: FEHR, W.R. **Principles of cultivars development**. New York, 1987. 760 p.

CAIERÃO, E.; CARVALHO, F.I.F.; PACHECO, M.T.; et al. Seleção indireta em aveia para o incremento no rendimento de grãos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.32, p.231-236, 2001.

CRUZ, C.D. ; VENCOVSKY, R. Comparação de alguns métodos de análise dialélica. **Revista Brasileira de Genética**, v. 12, p. 425-438, 1989.

CRUZ, C.D. **Programa Genes: Aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 2001. 648p.

CRUZ, C.D. ; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa : Editora UFV, 1997. 390p.

CRUZ, C.D.; SEDIYAMA, C.S. ; SEDIYAMA, T. Capacidade combinatória e efeitos recíprocos de alguns caracteres em soja (*Glycine Max* (L.) Merrill). **Ceres**, v.34, n.194, p.432-439, 1987.

FAOSTAT Database Results. Disponível em: <<http://www.fao.org/>>. Acesso em: 15 de março de 2003.

FERREIRA FILHO, A.W.P. **Mecanismos de seleção e seus efeitos em populações de trigo com diferentes níveis de segregação**. Porto Alegre, 1982. 135f. Dissertação de mestrado - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

GANDIN, C.L. **Análise dos efeitos de populações segregantes e da capacidade combinatória de diferentes genótipos sobre os principais caracteres de importância em trigo**. Porto Alegre, 1982. 135f. Dissertação de mestrado - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

GARDNER, C.O. ; EBERHART, S.A. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. **Biometrics**, v. 22, p. 439-452, 1966.

GOMES, M.S.; PINHO, E.V.R.; PINHO, R.G.V.; et al. Estimativas da capacidade de combinação de linhagens de milho tropical para qualidade fisiológica de sementes. **Ciência e Agrotecnologia**, v.24, p.41-49, 2000.

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, v.9, p. 462-493, 1956.

LEFFEL, R.C. ; WEISS, M.G. Analysis of diallel crosses among ten varieties of soybeans. **Agronomy Journal**, v.50, p.528-534, 1958.

MIRANDA, J.E.C.; COSTA, C.P. ; CRUZ, C.D. Análise dialélica em pimentão. I. Capacidade combinatória. **Revista Brasileira de genética**, v.11, p.431-440, 1998.

PAINI, J.N.; CRUZ, C.D.; DELBONI, J.S. et al. Capacidade combinatória e heterose em cruzamentos intervarietais de milho avaliados sob as condições climáticas da região sul do Brasil. **Ceres**, Viçosa, v. 43, n.247, p. 288-300, 1996.

RECOMENDAÇÕES. **Recomendações técnicas para a cultura da aveia**. Porto Alegre: CBPA, 2000. 69p.

VENCOVSKY, R. ; BARRIGA P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: Paterniani, E. (Ed.) **Melhoramento e produção de milho no Brasil**. Piracicaba: Fundação Cargill, 1987. p. 135-214.