

# ESTIMATIVA DO TAMANHO DE POPULAÇÕES SEGREGANTES DE TRIGO HEXAPLÓIDE PARA AVALIAÇÃO DE CARACTERES QUANTITATIVOS

Irineu Hartwig<sup>1</sup>  
Fernando Irajá de Carvalho<sup>1</sup>  
Antônio Costa de Oliveira<sup>1</sup>  
Eduardo Alano Vieira<sup>2</sup>  
Ivandro Bertan<sup>1</sup>  
José Antônio Gonzales da Silva<sup>1</sup>  
Cyrano Cardoso Busato<sup>1</sup>  
Gustavo da Silveira<sup>1</sup>  
Daniel Andrei Robe Fonseca<sup>1</sup>  
Laerte Reis Terres<sup>1</sup>

## RESUMO

A determinação do tamanho mínimo da população de trabalho no melhoramento de plantas é dependente de vários fatores como, população sob avaliação, caráter que se deseja inferir, condições de ambiente e do nível de precisão desejado. Uma vez que recursos financeiros e físicos disponíveis quase sempre são escassos nos programas de melhoramento, tornam-se de grande importância trabalhos científicos sobre o tamanho de população a ser avaliada. Desta forma, a partir da variabilidade observada em caracteres agrônômicos nas gerações  $F_2$  e  $F_3$  em quatro cruzamentos de trigo, este trabalho teve como objetivos: i) inferir sobre tamanho de população a ser conduzida para a avaliação de cada caráter nas diferentes populações; ii) a provável ação gênica envolvida; iii) as melhores combinações para a seleção de constituições genéticas superiores. Os resultados deste trabalho mostraram que a variabilidade gerada nos diferentes cruzamentos, associado ao efeito do ambiente não permitiram estabelecer uma estratégia generalizada de tamanho de população a avaliar para um determinado caráter. Além disso, caracteres controlados por um grande número de genes e de pequeno efeito determinaram maior dificuldade na eficiência da seleção, nas gerações altamente segregantes.

**Palavras-chave:** *Triticum aestivum* L., genética quantitativa, ação gênica, intervalo de confiança.

## ABSTRACT

### ESTIMATIVE OF POPULATION SIZE IN HEXAPLOID WHEAT SEGREGATING POPULATIONS FOR EVALUATION OF QUANTITATIVE CHARACTERS

Minimal population size is a major question in plant breeding programs and it is dependent on many factors such the population under evaluation, target trait, environmental conditions and the level of wanted precision. Since financial and physical resources are always scarce in breeding programs, scientific studies regarding population size became more important. Thus, starting from the variability formed in agronomical traits in  $F_2$  and  $F_3$  generations of four wheat crosses, the objectives of this work were: i) to infer on population size evaluating each trait in the different populations; ii) the putative gene action involved; and iii) the best combinations for the selection of

<sup>1</sup> Centro de Genômica e Fitomelhoramento. Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel". (FAEM). Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Cx. P. 354, Pelotas, RS. E-mail: iriwig@gmail.com (autor para correspondência).

<sup>2</sup> Embrapa Cerrados, Br 020, Km 18 - Cx. P. 08223, Planaltina, DF. E-mail: vieira@cpac.embrapa.br

superior genotypes. The results of the present work showed that the variability generated in different crosses, associated with the environmental effect did not allow the definition of a general strategy for a minimum size of a population to be evaluated for a given character. Besides, characters controlled by a large number of genes of small effect were more difficult to select in highly segregating generations.

**Key words:** *Triticum aestivum* L., quantitative genetics, gene action, confidence interval.

## INTRODUÇÃO

O tamanho mínimo da amostra de trabalho em melhoramento de plantas depende da população sob avaliação, das inferências que se deseja realizar, das condições ambientais sob as quais é conduzida a população e do nível de precisão desejado (Graybill & Kneebone, 1959). Uma pesquisa científica eficiente demanda um balanceamento entre estes fatores, de acordo com a disponibilidade dos recursos financeiros e físicos. Como, normalmente esses recursos são limitados em programas de melhoramento, estudos sobre tamanho mínimo de população a ser conduzida são de grande importância.

Estando o melhorista consciente das dificuldades, este pode atingir seus objetivos ajustando o número de plantas a avaliar de acordo com as condições experimentais. Todavia, a acurácia das determinações e das comparações, depende grandemente do tamanho da população que está sob avaliação. Quanto maior o efeito do ambiente sob as variáveis, maior o número de plantas que devem ser testadas no experimento, para atingir o nível mínimo de precisão requerido (Graybill & Kneebone, 1959).

Em muitos casos, melhoristas experientes e familiarizados com as populações sob avaliação, sabem das dificuldades envolvidas na determinação do valor real de um determinado caráter; desta forma, em seus planejamentos assumem ou estabelecem um valor que denominam de máximo erro aceitável. Vários trabalhos têm determinado o tamanho ideal de populações necessárias para uma maior eficiência no melhoramento, baseados em resultados de simulações (Sneep, 1977; Fouilloux & Bannerot, 1988; Huehn, 1996). Desta forma, conhecimentos que venham contribuir para o aperfeiçoamento destes processos de escolha do tamanho da população são fundamentais.

No melhoramento de espécies autógamas, tais como o trigo, realizam-se cruzamentos entre genótipos, na ex-

pectativa da recuperação de genótipos com maior potencial produtivo e qualidade, durante as gerações de autofecundação. Porém, um dos gargalos para o melhorista é distinguir a planta superior (homozigota - genótipo com a maior frequência de alelos favoráveis possíveis, superiores aos genitores) na população (Isleib, 1999). Desta forma, qualquer mecanismo que auxilie a elevar a eficiência da seleção no processo de obtenção de novos cultivares é de primordial importância. No caso do caráter rendimento de grãos e seus componentes primários, há informações a respeito do controle genético, que possibilitam inferir sobre existência de vários genes envolvidos. Assim, a probabilidade de todos os alelos desejáveis estarem associados em uma única constituição genética é bastante reduzida.

A variabilidade genética é de essencial interesse para o melhorista na obtenção de progressos no melhoramento de plantas através da seleção natural ou artificial. Como o melhoramento genético de plantas tem por base ampliar a variabilidade existente por meio de cruzamentos controlados, é de fundamental importância o conhecimento das populações formadas, a fim de prever o potencial das combinações a partir de diferentes genitores, permitindo maior amplitude de seleção para o caráter desejado, desta forma, otimizar o ganho genético.

O objetivo do trabalho foi por meio da variabilidade observada para os caracteres estatura de planta, número de afilhos férteis por planta, peso da espiga principal, número de grãos da espiga principal, peso de mil grãos e rendimento de grãos por planta nas gerações  $F_2$  e  $F_3$ , em quatro cruzamentos de trigo inferir sobre:

- i) tamanho de população a ser conduzida para a avaliação de cada caráter nas diferentes populações;
- ii) a provável ação gênica envolvida;
- iii) as melhores combinações para a seleção de constituições genéticas superiores.

## MATERIAL E MÉTODOS

No segundo semestre do ano de 2002 foram realizados cruzamentos artificiais em telado, de quatro combinações de genótipos de trigo: CEP 24 x PF 87504, FUNDACEP 29 x BR 18, BRS 49 x BR 23 e BR 23 x PF 950354. As sementes híbridas ( $F_1$ ) provenientes de cada cruzamento, foram colhidas e semeadas em baldes contendo solo, em fevereiro de 2003, conduzidas no telado, objetivando o avanço de geração. Um *bulk* (amostra da mistura do total das sementes  $F_2$  obtidas de cada cruzamento) de 200 sementes (sem seleção) foi semeado em 20 baldes contendo solo, conduzidos em telado no segundo semestre de 2003 para o avanço da geração  $F_2$  para  $F_3$ .

O experimento a campo foi instalado no ano agrícola de 2004 no Centro Agropecuário da Palma, na área experimental do Centro de Genômica e Fitomelhoramento – FAEM/UFPEl, localizado no município de Capão do Leão - RS. O município está situado a  $31^\circ 52' 00''$  de latitude Sul e  $52^\circ 21' 24''$  de longitude, a uma altitude de 13, 24 m, sendo o clima do tipo Cfa, com uma precipitação pluviométrica média anual de 1500 mm (SEMC, 2002). A área experimental, com solo pertence à unidade de mapeamento Pelotas, classificado como Argissolo (Embrapa, 1999), foi preparada de forma convencional e adubada de acordo com a análise de solo. Para o controle das plantas invasoras foi efetuada a aplicação do produto designado comercialmente Basagran (Bentazon,  $600 \text{ g L}^{-1}$ ), de acordo com as indicações técnicas para a cultura do trigo (RCSBPT, 2003) e capina manual, quando necessário.

O delineamento empregado no experimento foi o completamente casualizado, onde cada planta foi considerada uma unidade experimental, sendo desconsideradas as plantas das bordaduras. As populações foram cultivadas em linhas de 3 m de comprimento, espaçado de 0,3 m entre e dentro da linha. As linhas dos genitores do cruzamento e suas respectivas populações segregantes  $F_2$  e  $F_3$  foram distribuídas de forma aleatória dentro de cada parcela.

De acordo com os objetivos deste trabalho, foram avaliados os seguintes caracteres: 1) estatura de planta, aferida em centímetros, da base ao ápice da espiga do colmo principal, excluindo as aristas; 2) número de afilhos férteis por planta, computando o número de afilhos com espigas férteis por planta; 3) peso da espiga principal, marcada a campo com uma fita adesiva no momento do florescimento, e aferida em gramas após a colheita; 4) número de grãos da espiga principal; 5) peso de mil grãos, em gramas, determinada pela estimativa do

peso médio de um grão da espiga principal e posterior multiplicação por 1000 e 6) rendimento de grãos por planta, em gramas, determinado pelo peso médio de grãos trilhados de todas as espigas férteis da planta.

As estimativas do intervalo de confiança (*IC*) para todos os caracteres aferidos, foram obtidas por meio do programa computacional MULTIV (*Multivariate Exploratory Analysis, Randomization Testing and Bootstrap Resampling*; Pillar, 2004). O método de geração do *IC* pelo procedimento de autoreamostragens é baseado no “percentil method” (Efron & Tibshirani, 1993), combinado com o processo de amostragens (Orlói & Pillar, 1989; Pillar, 1999). Está fundamentado na reamostragem de dados de uma amostra com  $n$  unidades. O processo de reamostragens é efetuado por meio da geração de pseudo-amostras de tamanho variado ( $n_k$ ), determinado pelo pesquisador, até o número total de unidades da amostra original ( $n$ ). Para cada uma das pseudo-amostras de tamanho  $n_k \leq n$ , são realizados ciclos de autoreamostragens com reposição, sendo computadas a média e o desvio padrão em cada ciclo de autoreamostragem de tamanho  $n_k$ . Após efetuar  $B$  autoreamostragens em cada pseudo-amostra, os valores obtidos são ordenados de forma crescente. Para uma dada probabilidade  $\alpha$  de erro, o maior e o menor limite de confiança serão aos valores entre  $B\alpha/2$  e  $1+B(1-\alpha/2)$ . Por exemplo, com 1000 autoreamostragens e  $\alpha=0,05$ , o menor e o maior limite de confiança (para dada pseudo-amostra) serão os valores das posições 25 e 976, respectivamente, sendo o *IC* a diferença entre estes limites.

Baseado no *IC* poderá ser concluído, com uma probabilidade  $\alpha$  de erro, que o valor verdadeiro do parâmetro está entre estes limites (superior e inferior). Desta forma, o *IC* indica se o tamanho da pseudo-amostra ( $n_k$ ) foi suficientemente grande para a precisão requerida pelo pesquisador, uma vez que o processo de autor e amostragem gera *IC* para cada  $n_k$ . Assim, por meio da avaliação dos *IC* à medida que é aumentado o tamanho da amostra, é possível julgar o quanto o esforço em avaliar amostras maiores compensa no ganho em precisão.

Posteriormente, foi estimada a média esperada na geração  $F_3$ , desconsiderando efeitos epistáticos presentes, segundo a metodologia de Mather & Jinks (1971). De acordo com esta técnica, se a média da geração segregante for controlada unicamente por ações gênicas de aditividade e dominância, ou seja, ausência de interações interalélicas (epistasia) e nenhum outro fator de fertilidade afetar as populações (fatores ambientais), é possível estimar a média esperada nas diferentes gerações. Desta forma,

foi empregada a equação proposta por Mather & Jinks (1971):  $MEF_3 = 1/4MP_1 + 1/4MP_2 + 1/2MF_2$ ; sendo:  $MEF_3$  = média esperada na população  $F_3$ , desconsiderando efeitos epistáticos;  $MP_1$  = média do pai 1;  $MP_2$  = média do pai 2 e  $MF_2$  = média observada na população  $F_2$ . Para comprovação desta hipótese foi efetuada a comparação entre a média esperada na população  $F_3$  e a média observada na população  $F_3$  foi feita através do teste  $t$ , ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Na estimativa dos parâmetros média, valores mínimos e máximos, variâncias, desvio padrão, assimetria, bem como as distribuições de frequências foi utilizado o procedimento PROC GLM do pacote estatístico SAS (Freund & Littell, 1981).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando a Tabela 1, é possível observar que os menores valores de IC para o caráter estatura de plantas foram revelados pelas populações segregantes dos cruzamentos CEP 24 x PF 87504 e FUNDACEP 29 x BR 18, ambos com valores muito similares, em ambas as gerações ( $F_2$  e  $F_3$ ). O menor IC nessas populações parece estar associado a menor amplitude (conseqüentemente, menor desvio padrão) dos valores observados em tais populações (Tabela 2). Por outro lado, os cruzamentos BRS 49 x BR 23 e BR 23 x PF 950354 foram os que revelaram as maiores amplitudes e por conseqüência, os maiores IC comparando com o mesmo tamanho de população amostrado nos cruzamentos CEP 24 x PF 87504 e FUNDACEP 29 x BR 18.

Os maiores valores de IC nos cruzamentos BRS 49 x BR 23 e BR 23 x PF 950354 em ambas as gerações segregantes, sugerem a necessidade da avaliação de um maior número de plantas, se o objetivo for elevar a precisão experimental (Graybill & Kneebone, 1959). Por exemplo, se o interesse do melhorista for obter um valor de IC para o caráter estatura de plantas menor a 3,00, seriam necessárias acima de 290 plantas nos cruzamentos BRS 49 x BR 23 e BR 23 x PF 950354, uma vez que as gerações  $F_3$  dos respectivos cruzamentos não atingiram este IC, e nem as gerações  $F_2$ , uma vez que seguem a mesma tendência das gerações  $F_3$  até o tamanho de população 290 (Tabela 1). Por outro lado, a avaliação de 150 plantas seria suficiente para obter o mesmo IC de 3,00, tanto na geração  $F_2$ , quanto na  $F_3$  dos cruzamentos CEP 24 x PF 87504 e FUNDACEP 29 x BR 18.

Pode ser observado também que à medida que aumenta o tamanho da população amostrada, o incremen-

to no ganho na precisão se reduz, o que implica na necessidade da avaliação de um grande número de plantas quando o objetivo é elevar profundamente a precisão (Ferreira *et. al.*, 2001). Assim, a avaliação deste parâmetro deve ser biologicamente coerente, uma vez que para atender a precisão requerida pelo pesquisador, o esforço demandado pode ser muito grande e não compensar o incremento no ganho de precisão (Pillar, 2004).

Os amplos valores das variâncias genotípicas em relação às variâncias fenotípicas, principalmente nos cruzamentos BRS 49 x BR 23 e BR 23 x PF 950354, fornecem indicativo da superioridade da participação dos efeitos genéticos em relação aos de ambiente (Tabela 2).

Os cruzamentos CEP 24 x PF 87504 e FUNDACEP 29 x BR 18 revelaram média da população  $F_2$  posicionada muito próximo da média entre os genitores de cada cruzamento. Baseado nesta observação pode-se inferir sobre a provável ação gênica envolvida no controle deste caráter nestes cruzamentos, pois segundo Mather & Jinks (1971), tal comportamento indica a presença de ação gênica de aditividade atuando fortemente na determinação do caráter, podendo ser admitido ausência de epistasia. Porém, o fato da média esperada na população  $F_3$ , diferir significativamente da média observada na  $F_3$ , indica a manifestação de efeitos epistáticos para o caráter em tais cruzamentos. Desta forma, baseado apenas no comportamento da média da população  $F_2$  em relação à média dos seus genitores, as inferências sobre qual ação gênica predominante (no caso, aditividade) seriam insuficientes e até errôneas, uma vez que a população  $F_3$  demonstrou média populacional superior à esperada se apenas efeitos aditivos e de dominância estivessem atuando.

De acordo com Fischer *et al.* (1932), médias da população segregante superiores ou inferiores a média de qualquer dos genitores envolvidos no cruzamento, são resultado da ação gênica de sobredominância atuando no caráter. Neste sentido os cruzamentos BRS 49 x BR 23 e BR 23 x PF 950354 revelaram este comportamento, onde as médias das gerações  $F_2$  foram 7,3 e 6,8 cm inferiores respectivamente ao genitor de menor estatura envolvido em cada cruzamento (Tabela 2).

Uma melhor visualização do comportamento das populações pode ser feita na Figura 1, onde é possível observar a grande frequência de plantas com estatura inferior a dos seus genitores, nos cruzamentos BRS 49 x BR 23 e BR 23 x PF 950354. Ainda na mesma Figura 1, no cruzamento BRS 49 x BR 23, é possível notar que a frequência de plantas de estatura baixa na geração  $F_3$  reduziu-se drasticamente. Assim, se o melhorista fosse sele-

cionar, por exemplo, plantas com estatura inferior a média menos um desvio padrão, 64,35 cm na  $F_2$  (77,7 – 13,35 = 64,35), na geração  $F_3$  destas plantas selecionadas haveria poucas com estatura de até 64,35 cm, visto que seriam selecionadas muitas plantas  $F_2$  sobre efeito da

ação gênica de dominância (comprovada pela redução de frequência nestas classes de  $F_2$  para  $F_3$ ), efeito que vai se perdendo com as autofecundações sucessivas. Porém, o cruzamento BR 23 x PF 950354, revela frequência similar de plantas com estatura até 63,98 cm (consi-

**Tabela 1.** Cruzamento e duas populações segregantes ( $F_2$  e  $F_3$ ), número de plantas avaliadas, média do caráter na população e o intervalo de confiança obtido pela simulação de diferentes tamanhos de populações através do procedimento de reamostragem de *bootstrap*, em quatro cruzamentos de trigo.

Estatura de plantas															
CR#	Nº	Média da pop.	Tamanho da população a cada reamostragem												
			50	70	90	110	130	150	170	190	210	230	250	270	290
CR <sub>1</sub> F <sub>2</sub>	139	85,1	5,00	4,20	3,77	3,45	3,00	2,90							
CR <sub>1</sub> F <sub>3</sub>	234	92,2	4,50	3,70	3,30	2,90	2,70	2,50	2,40	2,20	2,16	1,97	1,99		
CR <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	171	75,1	4,60	3,78	3,30	3,04	2,80	2,76	2,58	2,57					
CR <sub>2</sub> F <sub>3</sub>	257	78,2	4,90	4,28	3,77	3,40	3,07	2,85	2,60	2,47	2,33	2,25	2,16	2,09	
CR <sub>3</sub> F <sub>2</sub>	246	77,7	8,00	6,28	5,50	4,95	4,53	4,16	3,97	3,81	3,64	3,50	3,41		
CR <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	279	85,5	7,30	6,20	5,44	4,95	4,57	4,53	4,11	3,81	3,59	3,58	3,36	3,25	3,20
CR <sub>4</sub> F <sub>2</sub>	187	79,2	8,30	6,80	6,28	5,87	5,41	5,09	4,63	4,29					
CR <sub>4</sub> F <sub>3</sub>	290	82,6	9,00	7,64	6,77	5,91	5,56	5,03	4,74	4,43	4,15	4,02	3,91	3,72	3,74

Número de afilhos férteis															
CR#	Nº	Média da pop.	Tamanho da população a cada reamostragem												
			50	70	90	110	130	150	170	190	210	230	250	270	290
CR <sub>1</sub> F <sub>2</sub>	139	16,7	3,34	2,90	2,60	2,50	2,20	2,00							
CR <sub>1</sub> F <sub>3</sub>	234	15,4	2,82	2,28	1,96	1,85	1,68	1,56	1,45	1,42	1,37	1,29	1,29		
CR <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	171	9,5	2,06	1,71	1,53	1,38	1,25	1,13	1,12	1,12					
CR <sub>2</sub> F <sub>3</sub>	257	11,0	2,38	1,98	1,75	1,54	1,40	1,32	1,21	1,12	1,05	1,02	1,02	1,02	
CR <sub>3</sub> F <sub>2</sub>	246	11,2	2,28	2,04	1,90	1,65	1,52	1,41	1,30	1,27	1,23	1,20	1,17		
CR <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	279	11,4	2,54	2,18	1,94	1,78	1,66	1,54	1,38	1,35	1,30	1,19	1,17	1,12	1,10
CR <sub>4</sub> F <sub>2</sub>	187	13,4	2,98	2,60	2,24	2,06	1,80	1,75	1,61	1,54					
CR <sub>4</sub> F <sub>3</sub>	290	11,9	2,96	2,41	2,15	1,99	1,85	1,62	1,49	1,46	1,38	1,34	1,29	1,19	1,12

Peso da espiga principal															
CR#	Nº	Média da pop.	Tamanho da população a cada reamostragem												
			50	70	90	110	130	150	170	190	210	230	250	270	290
CR <sub>1</sub> F <sub>2</sub>	139	2,9	0,27	0,23	0,21	0,19	0,18	0,17							
CR <sub>1</sub> F <sub>3</sub>	234	2,7	0,30	0,27	0,22	0,21	0,19	0,18	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14		
CR <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	171	2,7	0,43	0,37	0,32	0,29	0,26	0,24	0,23	0,23					
CR <sub>2</sub> F <sub>3</sub>	257	2,6	0,39	0,33	0,28	0,26	0,25	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18	0,18	0,17	
CR <sub>3</sub> F <sub>2</sub>	246	2,9	0,39	0,35	0,30	0,28	0,26	0,24	0,23	0,21	0,20	0,20	0,19		
CR <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	279	2,9	0,39	0,33	0,28	0,26	0,23	0,21	0,19	0,19	0,18	0,18	0,17	0,16	0,16
CR <sub>4</sub> F <sub>2</sub>	187	2,8	0,35	0,30	0,26	0,23	0,22	0,20	0,19	0,18					
CR <sub>4</sub> F <sub>3</sub>	290	2,6	0,34	0,28	0,25	0,23	0,21	0,20	0,18	0,17	0,17	0,15	0,15	0,14	0,14

#CR = Cruzamento: CR<sub>1</sub> = CEP 24 x PF 87504; CR<sub>2</sub> = FUNDACEP 29 x BR 18; CR<sub>3</sub> = BRS 49 x BR 23; CR<sub>4</sub> = BR 23 x PF 950354.

derando o mesmo critério anterior,  $79,2 - 15,22 = 63,98$ ), em ambas as gerações, sendo este, dentre os cruzamentos avaliados, o de maior potencial para a seleção de plantas de estatura reduzida, segundo critério adotado.

No cruzamento BRS 49 x BR 23 a média observada da população  $F_3$  não diferiu significativamente da média esperada (Tabela 2), fato que corrobora com o indicativo de que efeitos epistáticos não estão presentes (Mather

**Tabela 2.** Média geral dos genitores ( $P_1$  e  $P_2$ ) e das respectivas populações segregantes ( $F_2$  e  $F_3$ ) para o caráter, média esperada na população  $F_3$  na ausência de epistasia ( $MEF_3$ ), valor mínimo, máximo e amplitude, desvio padrão (DP), variância fenotípica (VP), variância genotípica (VG) e assimetria (a) de quatro cruzamentos de trigo.

**Estatura de plantas**

CR <sup>#</sup>	Média geral			MEF <sub>3</sub>	Valor mín. – máx. (amplitude)	DP	VP	VG	a
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	Pop.						
CR <sub>1</sub> F <sub>2</sub>	94	73	85,1	-	60 – 105 (45)	8,86	78,43	57,16	-0,17
CR <sub>1</sub> F <sub>3</sub>	94	73	92,2	84,2*	75 – 115 (40)	8,04	64,65	43,18	0,07
CR <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	79	70	75,1	-	55 – 95 (40)	8,49	72,04	54,14	-0,01
CR <sub>2</sub> F <sub>3</sub>	79	70	78,2	74,8*	50 – 100 (50)	8,94	79,97	62,07	-0,64
CR <sub>3</sub> F <sub>2</sub>	94	85	77,7	-	45 – 110 (65)	13,35	178,28	154,89	0,13
CR <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	94	85	85,5	84,0 <sup>ns</sup>	45 – 115 (70)	13,66	186,76	163,36	-0,39
CR <sub>4</sub> F <sub>2</sub>	86	103	79,2	-	50 – 120 (70)	15,22	231,76	197,67	0,06
CR <sub>4</sub> F <sub>3</sub>	86	103	82,6	87,2*	50 – 120 (70)	15,86	251,63	217,55	-0,09

**Número de afilhos férteis**

CR <sup>#</sup>	Média geral			MEF <sub>3</sub>	Valor mín. – máx. (amplitude)	DP	VP	VG	a
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	Pop.						
CR <sub>1</sub> F <sub>2</sub>	15,8	20,6	16,72	-	2,0 – 33,0 (31,0)	6,22	38,65	25,49	0,24
CR <sub>1</sub> F <sub>3</sub>	15,8	20,6	15,40	17,5*	3,0 – 33,0 (30,0)	5,03	25,26	12,10	0,38
CR <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	9,6	8,8	9,54	-	1,0 – 23,0 (22,0)	3,80	14,41	5,49	0,59
CR <sub>2</sub> F <sub>3</sub>	9,6	8,8	10,97	9,35*	3,0 – 25,0 (22,0)	4,21	17,76	8,84	0,42
CR <sub>3</sub> F <sub>2</sub>	8,0	15,4	11,18	-	3,0 – 24,0 (21,0)	4,47	19,99	10,28	0,52
CR <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	8,0	15,4	11,43	11,5 <sup>ns</sup>	2,0 – 28,0 (26,0)	4,69	21,97	12,25	0,45
CR <sub>4</sub> F <sub>2</sub>	10,9	12,7	13,43	-	3,0 – 28,0 (25,0)	5,33	28,41	10,52	0,26
CR <sub>4</sub> F <sub>3</sub>	10,9	12,7	11,89	12,6*	2,0 – 31,0 (29,0)	5,17	26,68	8,79	0,80

**Peso da espiga principal**

CR <sup>#</sup>	Média geral			MEF <sub>3</sub>	Valor mín. – máx. (amplitude)	DP	VP	VG	a
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	Pop.						
CR <sub>1</sub> F <sub>2</sub>	2,5	2,3	2,89	-	1,56 – 4,22 (2,66)	0,52	0,27	0,21	-0,07
CR <sub>1</sub> F <sub>3</sub>	2,5	2,3	2,65	2,65 <sup>ns</sup>	1,25 – 4,11 (2,86)	0,56	0,31	0,25	0,19
CR <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	2,8	2,5	2,69	-	0,99 – 4,66 (3,67)	0,78	0,60	0,33	-0,03
CR <sub>2</sub> F <sub>3</sub>	2,8	2,5	2,60	2,68 <sup>ns</sup>	0,68 – 4,20 (3,52)	0,70	0,50	0,22	-0,15
CR <sub>3</sub> F <sub>2</sub>	2,7	2,8	2,90	-	1,38 – 5,01 (3,63)	0,73	0,53	0,28	0,11
CR <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	2,7	2,8	2,90	2,83 <sup>ns</sup>	1,24 – 4,54 (3,30)	0,69	0,47	0,22	0,01
CR <sub>4</sub> F <sub>2</sub>	2,8	2,7	2,82	-	1,27 – 4,55 (3,28)	0,62	0,39	0,14	-0,08
CR <sub>4</sub> F <sub>3</sub>	2,8	2,7	2,65	2,78 <sup>ns</sup>	1,06 – 4,14 (3,08)	0,59	0,35	0,10	-0,27

<sup>#</sup>CR = Cruzamento: CR<sub>1</sub> = CEP 24 x PF 87504; CR<sub>2</sub> = FUNDACEP 29 x BR 18; CR<sub>3</sub> = BRS 49 x BR 23; CR<sub>4</sub> = BR 23 x PF 950354.

\*significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste t.

& Jinks, 1971). Associado ao fato da diminuição da frequência nas classes de menor estatura da geração  $F_2$  para  $F_3$ , possivelmente a ação gênica de dominância seja a predominante.

A grande quantidade de segregantes com estatura inferior a dos genitores (segregação transgressiva), tanto na geração  $F_2$ , quanto na  $F_3$ , nos cruzamentos BRS 49 x BR 23 e BR 23 x PF 950354, provavelmente ocorreu devido aos genes favoráveis à diminuição da estatura estarem distribuídos de forma complementar entre estes genitores (Cabral *et al.*, 2001).

Uma distribuição ou série de dados é simétrica ( $a=0$ ) quando se observa o mesmo desvio tanto para o lado direito quanto o lado esquerdo da curva de distribuição. Segundo Allard (1999) as distribuições são simétricas quando não há ação gênica de dominância, nos genes envolvidos na determinação do caráter. Neste contexto, as gerações  $F_3$  dos cruzamentos FUNDACEP 29 x BR 18 e BRS 49 x BR 23 revelaram valores de assimetria  $-0,64$  e  $-0,39$ , respectivamente (Tabela 2). Isto indica que a maioria dos valores se localiza à direita da média aritmética, ou seja, este desvio é mais um indicativo forte da ação gênica de dominância (Rosielle & Frey, 1977).

Para o caráter número de filhos férteis, os cruzamentos CEP 24 x PF 87504 e BR 23 x PF 950354 foram os que revelaram os maiores valores de IC. Entretanto, nos quatro cruzamentos é possível observar que a diminuição dos valores do IC com o aumento do tamanho da população é baixo (Tabela 1), o que implica na necessidade de se avaliar uma grande população de plantas quando o intuito é aumentar consideravelmente a precisão no valor avaliado (Pillar, 2004). Entretanto, caso, o pesquisador objetivasse um valor de  $IC = 2,00$  para o caráter, 150 plantas seriam suficientes para qualquer uma das populações avaliadas. A dificuldade para avaliar este caráter está associada a grande influência do ambiente na sua expressão fenotípica, fato que pode ser observado pela expressiva amplitude de classes formadas pelas constituições genéticas fixas (genitores) na Figura 1, assim como nas populações segregantes (Tabela 2).

A hipótese de que apenas efeitos aditivos e de dominância estejam sendo expressos, somente pode ser aceita para o cruzamento BRS 49 x BR 23, uma vez que este foi o único cruzamento que não revelou diferenças significativas entre as médias esperada e a observada na geração  $F_3$  (Tabela 2). Por meio da observação das médias das duas gerações segregantes desse cruzamento é possível inferir que, provavelmente, efeitos aditivos contribuam em maior proporção em relação a efeitos de dominância.

Foram observados valores positivos de assimetria em ambas as gerações nos quatro cruzamentos, o que é reflexo da predominância de plantas nas classes de menor número de filhos férteis (Tabela 1 e Figura 2). Fato que corrobora com a hipótese de que as poucas plantas nas classes de maior número de filhos férteis foram favorecidas por condições de ambiente (Graybill & Kneebone, 1959).

Em relação ao caráter peso da espiga principal, as progênies de ambas as gerações do cruzamento CEP 24 x PF 87504 revelaram os menores valores de IC, as menores amplitudes e as maiores contribuições da variância genotípica sob a variância total (Tabelas 1 e 3). No tamanho de amostra de 150 plantas estas populações revelaram valor de IC de 0,17 na geração  $F_2$  e de 0,18 na geração  $F_3$ , comparativamente, o mesmo valor na geração  $F_3$  (0,18) do cruzamento FUNDACEP 29 x BR 18 de tamanho de população 230, no cruzamento BRS 49 x BR 23 de tamanho de população 210 e no cruzamento BR 23 x PF 950354 de tamanho de população 170.

Em todos os cruzamentos pode ser aceita a hipótese de ausência de efeitos de epistasia atuando, pois a média esperada na geração  $F_3$  não diferiu significativamente da média observada (Tabela 3) (Mather & Jinks, 1971).

O cruzamento BRS 49 x BR 23 manteve a média populacional da geração  $F_2$  para a geração  $F_3$ , revelou distribuição de frequência muito similar em ambas as gerações (Figura 2), valor de assimetria de 0,11 na geração  $F_2$  e de 0,01 na geração  $F_3$  (Tabela 1), o que pode ser um indício de que a ação gênica de aditividade atue fortemente no controle desse caráter neste cruzamento. Aliado ao fato que este cruzamento revelou segregantes transgressivos de melhor desempenho para o caráter (Figura 2) este pode ser apontado como a combinação que propicia maior sucesso no sentido de aumentar a média do caráter. Por outro lado, as progênies dos cruzamentos CEP 24 x PF 87504, FUNDACEP 29 x BR 18 e BR 23 x PF 950354 mostraram redução na média populacional com o avanço de geração, assim é provável que este efeito seja devido à ação da dominância no sentido de reduzir o caráter.

Para o caráter número de grãos da espiga principal, assumindo um valor de  $IC = 4,00$ , ou seja, aceitando-se um erro na aferição de dois grãos a mais ou dois grãos a menos na espiga principal, seria suficientemente seguro avaliar na geração  $F_2$ , 90 plantas no cruzamento CEP 24 x PF 87504, 170 plantas nos cruzamentos FUNDACEP 29 x BR 18 e BRS 49 x BR 23 e 110 plantas no cruzamento BR 23 x PF 950354 (Tabela 3).

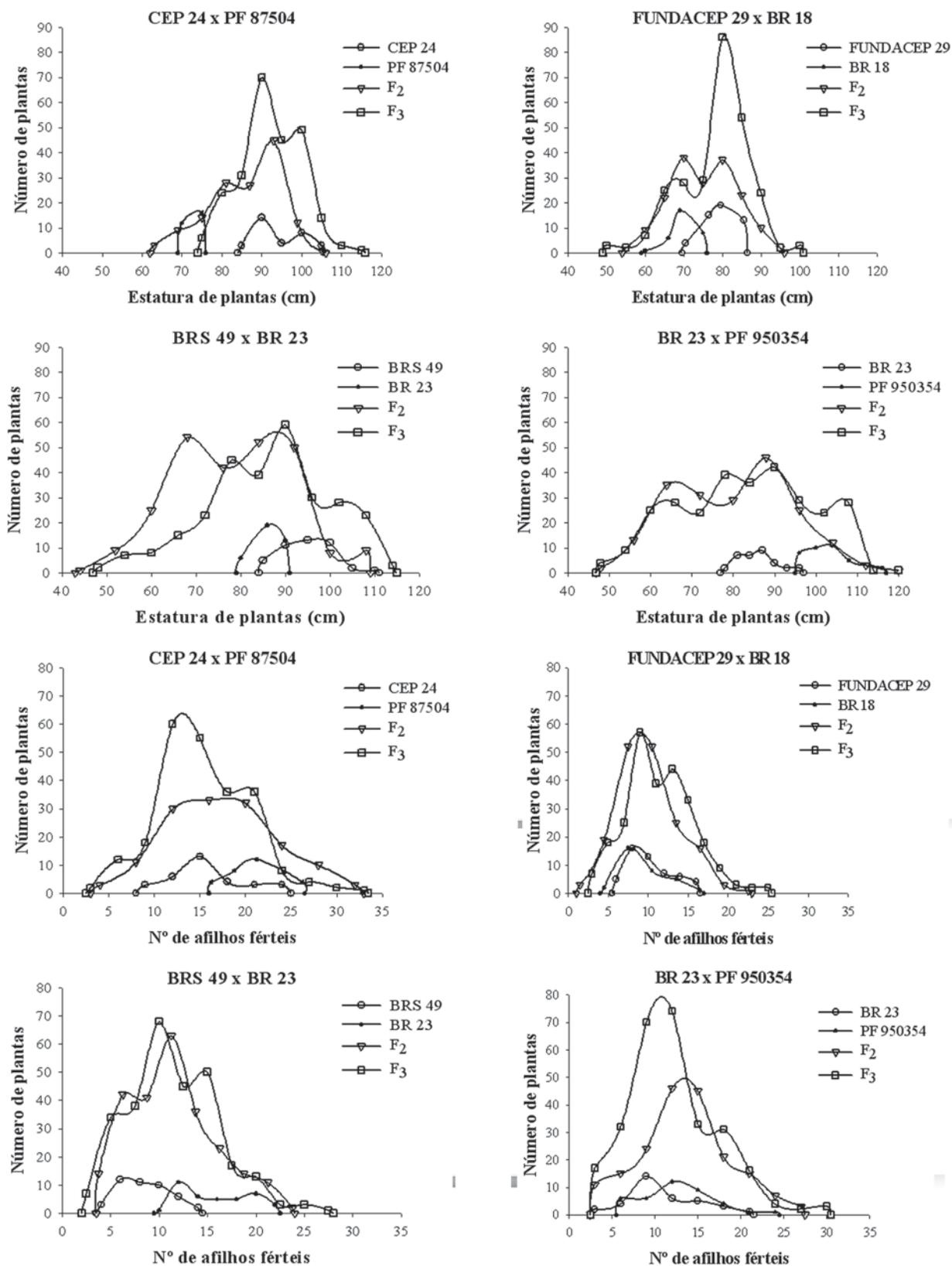


Figura 1. Distribuição de frequência do caráter estatura de plantas e número de afixhos férteis por planta de duas gerações fixas (P<sub>1</sub> e P<sub>2</sub>) e suas gerações segregante (F<sub>2</sub> e F<sub>3</sub>), de quatro cruzamentos de trigo.

No cruzamento CEP 24 x PF 87504 a variância genotípica foi bastante próxima da variância fenotípica (Tabela 4), em função da baixa variância de ambiente observada (pouca variância nos genitores, Figura 2). Além do cruzamento anterior, FUNDACEP 29 x BR 18 não revelaram diferenças significativas entre as médias esperada e observada, indicando que efeitos epistáticos podem ser desconsiderados (Tabela 4).

Analisando as médias das populações  $F_2$  e  $F_3$  do cruzamento CEP 24 x PF 87504, é observado que elas são muito próximas da média entre os dois genitores do cruzamento, corroborando com o comportamento esperado no caso da prevalência da ação gênica de aditividade (Mather & Jinks, 1971). Já no cruzamento FUNDACEP 29 x BR 18 houve um desvio de dois grãos a mais em relação à média entre os genitores envolvidos em tal cruzamento, corroborando com a dominância parcial para o genitor FUNDACEP 29.

Na Figura 2 pode ser observado que as populações do cruzamento BRS 49 x BR 23 revelaram distribuição de frequência do caráter número de grãos da espiga principal similar à distribuição de frequências do caráter peso da espiga principal (Figura 1). Resultado que pode ser justificado pelo fato da palha da espiga representar pequena proporção no peso total da espiga, sendo desta forma o peso da espiga basicamente função do número de grãos e peso médio dos mesmos (Camargo *et al.*, 2000).

Pelos resultados da Tabela 3, para o caráter peso de mil grãos foi verificado que diferentes tamanhos de populações são exigidos para uma mesma precisão do valor avaliado do caráter peso de mil grãos. Por exemplo, para obtenção do valor 2,50 de IC na geração  $F_2$  para o caráter, há a necessidade de se avaliar 90 plantas nos cruzamentos CEP 24 x PF 87504 e BR 23 x PF 950354, 170 plantas no cruzamento FUNDACEP 29 x BR 18 e 130 plantas no cruzamento BRS 49 x BR 23.

O cruzamento BR 23 x PF 950354 revelou baixa variância genotípica, porém, este juntamente com o cruzamento BRS 49 x BR 23, foram os que não apresentaram diferenças significativas entre as médias esperada e observada na população  $F_3$ , possibilitando analisá-los de forma a desconsiderar a existência de epistasia (Tabela 4). Admitindo que apenas a ação gênica de aditividade estivesse atuando, as médias das populações  $F_2$  esperadas ficariam muito próximas da média entre os genitores envolvidos em cada cruzamento (Mather & Jinks, 1971). Assim, de acordo com estes autores, se esperaria para a população  $F_2$  os valores de média 37,2 e

40,4, respectivamente para os cruzamentos BRS 49 x BR 23 e BR 23 x PF 950354, porém os valores observados nas populações  $F_2$  dos respectivos cruzamentos foram 35,36 e 37,90, e na geração  $F_3$ , estes valores passaram para 36,93 e 38,75, respectivamente. Este comportamento indica que existe a ação gênica de dominância atuante, pois com o avanço da geração das progênes de ambos os cruzamentos houve a tendência de aproximação ao valor médio esperado, em função de o efeito de dominância não se manter em espécies autógamas, com o avanço de gerações.

Observando a Figura 3, é possível verificar a presença de segregantes transgressivos no sentido de reduzir o caráter nos cruzamentos FUNDACEP 29 x BR 18 e BRS 49 x BR 23. Segregantes transgressivos superiores e expressivos são observados apenas no cruzamento CEP 24 x PF 87504. Porém, para este caráter existem constituições genéticas fixas (BR 18) com comportamento similar a tais segregantes.

Segundo Camargo *et al.* (2000), caracteres quantitativos, como rendimento de grãos, são altamente influenciados pelo ambiente, que exerce efeito direto sobre a variabilidade do caráter, diminuindo a confiabilidade dos dados avaliados e conseqüentemente elevando o tamanho das populações a serem avaliadas para atingir o IC desejado.

Se analisarmos o tamanho de 50 plantas da geração  $F_2$  do cruzamento CEP 24 x PF 87504 (Tabela 3), temos o valor de 5,64 de IC, o que implica em assumir um erro de 2,82 g para mais ou para menos de um verdadeiro valor que esperaríamos para este caráter neste tamanho de população avaliada. Considerando a amostra total da população  $F_3$  do mesmo cruzamento (tamanho 250 plantas avaliadas), temos um IC de 2,06, valor ainda bastante elevado, pois representa em torno de 10% de erro comparado com o valor da média do caráter na população.

A diferença significativa revelada pelos quatro cruzamentos entre a média esperada e a observada na geração  $F_3$  sugere que efeitos epistáticos estão envolvidos no controle genético do caráter, desta forma não é possível avaliar a ação gênica somente por efeitos simples de aditividade e dominância.

Em todos os cruzamentos, em ambas as gerações, os valores de assimetria foram positivos, variando de 0,22 até 0,69 (Tabela 4). Indicando que maior parte das plantas está nas classes inferiores do caráter. Tal comportamento também pode ser observado nas distribuições de frequência (Figura 3).

Os cruzamentos BRS 49 x BR 23 e BR 23 x PF 950354 revelaram grande quantidade de segregantes transgressivos de baixo rendimento de grãos (Figura 3). No cruzamento CEP 24 x PF 87504 segregantes transgressivos apareceram em ambos os sentidos, porém este foi o

único cruzamento que revelou progênies com rendimento além de 40g por planta, inclusive na geração F<sub>3</sub>, revelando ser o cruzamento de melhor desempenho entre os avaliados para seleção de plantas mais produtivas.

**Tabela 3.** Cruzamento e duas populações segregantes (F<sub>2</sub> e F<sub>3</sub>), número de plantas avaliadas, média do caráter na população e o intervalo de confiança obtido pela simulação de diferentes tamanhos de populações através do procedimento de reamostragem de *bootstrap*, em quatro cruzamentos de trigo.

#### Número de grãos da espiga principal

CR#	Nº	Média da pop.	Tamanho da população a cada reamostragem														
			50	70	90	110	130	150	170	190	210	230	250	270	290		
CR <sub>1</sub> F <sub>2</sub>	139	48,7	5,16	4,30	3,83	3,53	3,20	3,06									
CR <sub>1</sub> F <sub>3</sub>	234	47,2	5,14	4,40	3,94	3,47	3,16	2,95	2,77	2,64	2,52	2,42	2,38				
CR <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	171	48,9	7,30	6,30	5,48	4,85	4,46	4,07	3,81	3,73							
CR <sub>2</sub> F <sub>3</sub>	257	48,3	6,56	5,51	4,95	4,48	4,20	3,90	3,72	3,55	3,41	3,34	3,20	3,04			
CR <sub>3</sub> F <sub>2</sub>	246	55,6	6,90	5,91	5,35	5,05	4,60	4,16	3,98	3,81	3,51	3,43	3,32				
CR <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	279	52,6	6,80	5,84	5,05	4,40	4,16	3,88	3,83	3,35	3,29	3,03	3,03	2,80	2,74		
CR <sub>4</sub> F <sub>2</sub>	187	54,3	6,00	5,02	4,33	3,91	3,86	3,42	3,22	3,08							
CR <sub>4</sub> F <sub>3</sub>	290	50,3	5,66	4,64	4,28	3,70	3,55	3,21	2,99	2,86	2,73	2,62	2,44	2,40	2,31		

#### Peso de mil grãos

CR#	Nº	Média da pop.	Tamanho da população a cada reamostragem															
			50	70	90	110	130	150	170	190	210	230	250	270	290			
CR <sub>1</sub> F <sub>2</sub>	139	43,0	3,20	2,78	2,49	2,19	2,04	1,95										
CR <sub>1</sub> F <sub>3</sub>	234	42,2	3,85	3,30	2,70	2,46	2,34	2,10	2,00	1,89	1,74	1,70	1,67					
CR <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	171	38,3	4,51	3,90	3,31	3,01	2,91	2,73	2,49	2,43								
CR <sub>2</sub> F <sub>3</sub>	257	38,3	4,40	3,58	3,20	2,77	2,60	2,47	2,26	2,15	2,05	1,94	1,90	1,94				
CR <sub>3</sub> F <sub>2</sub>	246	35,4	3,87	3,36	2,91	2,60	2,37	2,25	2,07	1,93	1,83	1,78	1,71					
CR <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	279	36,9	3,95	3,28	2,95	2,56	2,40	2,24	2,13	2,09	1,86	1,83	1,74	1,67	1,66			
CR <sub>4</sub> F <sub>2</sub>	187	37,9	3,30	2,89	2,44	2,27	2,08	1,95	1,88	1,80								
CR <sub>4</sub> F <sub>3</sub>	290	38,8	3,65	3,15	2,79	2,40	2,26	2,09	1,97	1,89	1,81	1,76	1,61	1,60	1,54			

#### Rendimento de grãos por planta

CR#	Nº	Média da pop.	Tamanho da população a cada reamostragem															
			50	70	90	110	130	150	170	190	210	230	250	270	290			
CR <sub>1</sub> F <sub>2</sub>	139	22,3	5,64	5,02	4,48	4,09	3,66	3,62										
CR <sub>1</sub> F <sub>3</sub>	234	21,1	4,60	3,77	3,26	2,94	2,69	2,54	2,37	2,26	2,20	2,08	2,06					
CR <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	171	12,2	3,64	3,10	2,70	2,40	2,20	2,08	2,00	1,97								
CR <sub>2</sub> F <sub>3</sub>	257	12,8	3,72	3,05	2,73	2,49	2,26	2,04	1,89	1,77	1,68	1,62	1,63	1,59				
CR <sub>3</sub> F <sub>2</sub>	246	15,8	4,10	3,50	3,11	2,79	2,53	2,37	2,29	2,12	2,11	1,90	1,80					
CR <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	279	14,6	3,84	3,17	2,75	2,60	2,40	2,20	2,04	2,00	1,90	1,79	1,72	1,65	1,59			
CR <sub>4</sub> F <sub>2</sub>	187	16,5	4,32	3,91	3,24	3,03	2,75	2,56	2,30	2,20								
CR <sub>4</sub> F <sub>3</sub>	290	14,1	3,94	3,50	3,01	2,74	2,55	2,40	2,21	2,13	2,05	1,94	1,84	1,77	1,71			

\*CR = Cruzamento: CR<sub>1</sub> = CEP 24 x PF 87504; CR<sub>2</sub> = FUNDACEP 29 x BR 18; CR<sub>3</sub> = BRS 49 x BR 23; CR<sub>4</sub> = BR 23 x PF 950354.

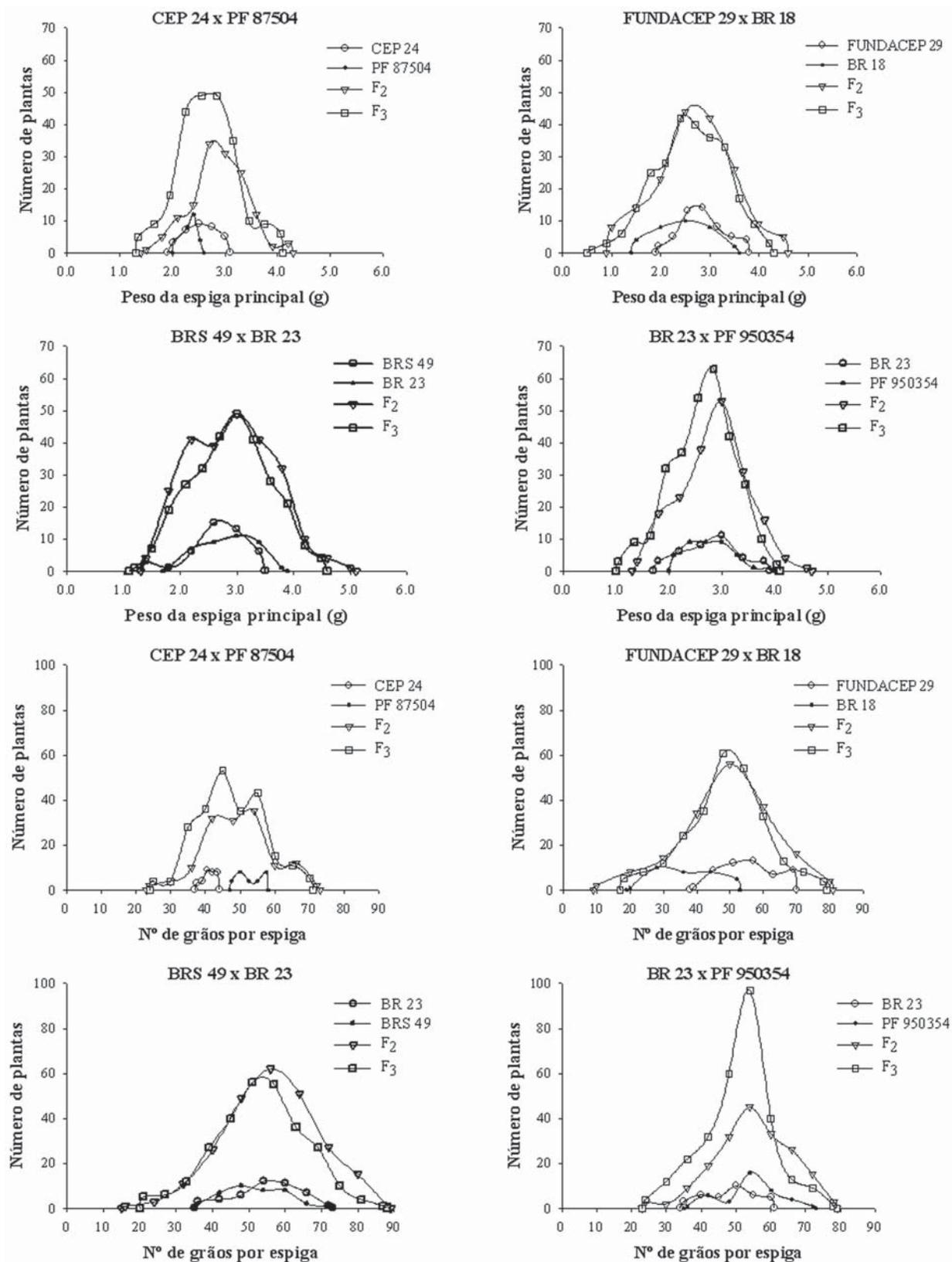


Figura 2. Distribuição de frequência do caráter peso da espiga principal e número de grãos da espiga principal de duas gerações fixas (P<sub>1</sub> e P<sub>2</sub>) e suas gerações segregante (F<sub>2</sub> e F<sub>3</sub>), de quatro cruzamentos de trigo.

**Tabela 4.** Média geral dos genitores ( $P_1$  e  $P_2$ ) e das respectivas populações segregantes ( $F_2$  e  $F_3$ ) para o caráter, média esperada na população  $F_3$  na ausência de epistasia ( $MEF_3$ ), valor mínimo, máximo e amplitude, desvio padrão (DP), variância fenotípica (VP), variância genotípica (VG) e assimetria (a) de quatro cruzamentos de trigo.

Número de grãos da espiga principal									
CR <sup>#</sup>	Média geral			MEF <sub>3</sub>	Valor mín. – máx. (amplitude)	DP	VP	VG	a
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	Pop.						
CR <sub>1</sub> F <sub>2</sub>	41,2	53,1	48,67	-	22,0 – 72,0 (50,0)	9,50	90,18	81,83	- 0,04
CR <sub>1</sub> F <sub>3</sub>	41,2	53,1	47,23	47,9 <sup>ns</sup>	24,0 – 71,0 (47,0)	9,35	87,51	79,16	0,20
CR <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	55,6	37,0	48,86	-	12,0 – 82,0 (70,0)	13,35	178,25	105,57	- 0,23
CR <sub>2</sub> F <sub>3</sub>	55,6	37,0	48,27	47,6 <sup>ns</sup>	17,0 – 80,0 (63,0)	12,22	149,25	76,57	- 0,22
CR <sub>3</sub> F <sub>2</sub>	54,6	51,1	55,64	-	19,0 – 88,0 (69,0)	12,81	164,00	93,55	- 0,07
CR <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	54,6	51,1	52,65	54,2*	18,0 – 87,0 (69,0)	12,31	151,46	81,01	- 0,24
CR <sub>4</sub> F <sub>2</sub>	48,5	53,9	54,27	-	21,0 – 79,0 (58,0)	10,90	118,82	58,08	- 0,34
CR <sub>4</sub> F <sub>3</sub>	48,5	53,9	50,27	52,8*	22,0 – 79,0 (57,0)	9,76	95,34	34,60	- 0,28

Peso de mil grãos									
CR <sup>#</sup>	Média geral			MEF <sub>3</sub>	Valor mín. – máx. (amplitude)	DP	VP	VG	a
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	Pop.						
CR <sub>1</sub> F <sub>2</sub>	45,0	29,4	42,96	-	25,68 – 62,79 (37,11)	5,64	31,75	17,21	0,13
CR <sub>1</sub> F <sub>3</sub>	45,0	29,4	42,18	40,1*	19,74 – 57,71 (37,97)	6,77	45,82	31,28	- 0,08
CR <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	39,2	48,9	38,26	-	16,67 – 63,33 (46,66)	8,16	66,66	32,93	- 0,15
CR <sub>2</sub> F <sub>3</sub>	39,2	48,9	38,34	41,2*	11,90 – 63,06 (51,16)	7,62	58,10	24,37	- 0,14
CR <sub>3</sub> F <sub>2</sub>	34,6	39,7	35,36	-	15,36 – 56,92 (41,56)	6,97	48,58	31,03	- 0,02
CR <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	34,6	39,7	36,93	36,3 <sup>ns</sup>	16,25 – 55,51 (39,26)	7,18	51,51	33,96	- 0,30
CR <sub>4</sub> F <sub>2</sub>	41,6	39,2	37,90	-	20,00 – 57,17 (37,17)	6,03	36,36	6,66	- 0,07
CR <sub>4</sub> F <sub>3</sub>	41,6	39,2	38,75	39,2 <sup>ns</sup>	21,20 – 65,50 (44,30)	6,71	45,03	15,33	0,22

Rendimento de grãos por planta									
CR <sup>#</sup>	Média geral			MEF <sub>3</sub>	Valor mín. – máx. (amplitude)	DP	VP	VG	a
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	Pop.						
CR <sub>1</sub> F <sub>2</sub>	18,3	25,9	22,29	-	2,0 – 60,0 (58,0)	10,55	111,33	73,75	0,60
CR <sub>1</sub> F <sub>3</sub>	18,3	25,9	21,13	22,2*	4,0 – 50,0 (46,0)	8,21	67,39	29,70	0,53
CR <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	14,6	8,6	12,16	-	2,0 – 34,0 (32,0)	6,65	44,26	15,01	0,68
CR <sub>2</sub> F <sub>3</sub>	14,6	8,6	12,81	11,9*	2,0 – 34,0 (32,0)	6,43	41,40	12,16	0,55
CR <sub>3</sub> F <sub>2</sub>	17,3	20,9	15,76	-	2,0 – 37,0 (35,0)	7,47	55,84	33,55	0,26
CR <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	17,3	20,9	14,61	17,4*	2,0 – 36,0 (34,0)	6,84	46,79	24,50	0,49
CR <sub>4</sub> F <sub>2</sub>	14,2	16,0	16,50	-	2,0 – 34,0 (32,0)	7,82	61,19	34,34	0,22
CR <sub>4</sub> F <sub>3</sub>	14,2	16,0	14,14	15,8*	2,0 – 40,0 (38,0)	7,50	56,29	29,45	0,69

<sup>#</sup>CR = Cruzamento: CR<sub>1</sub> = CEP 24 x PF 87504; CR<sub>2</sub> = FUNDA CEP 29 x BR 18; CR<sub>3</sub> = BRS 49 x BR 23; CR<sub>4</sub> = BR 23 x PF 950354.

\*significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste t.

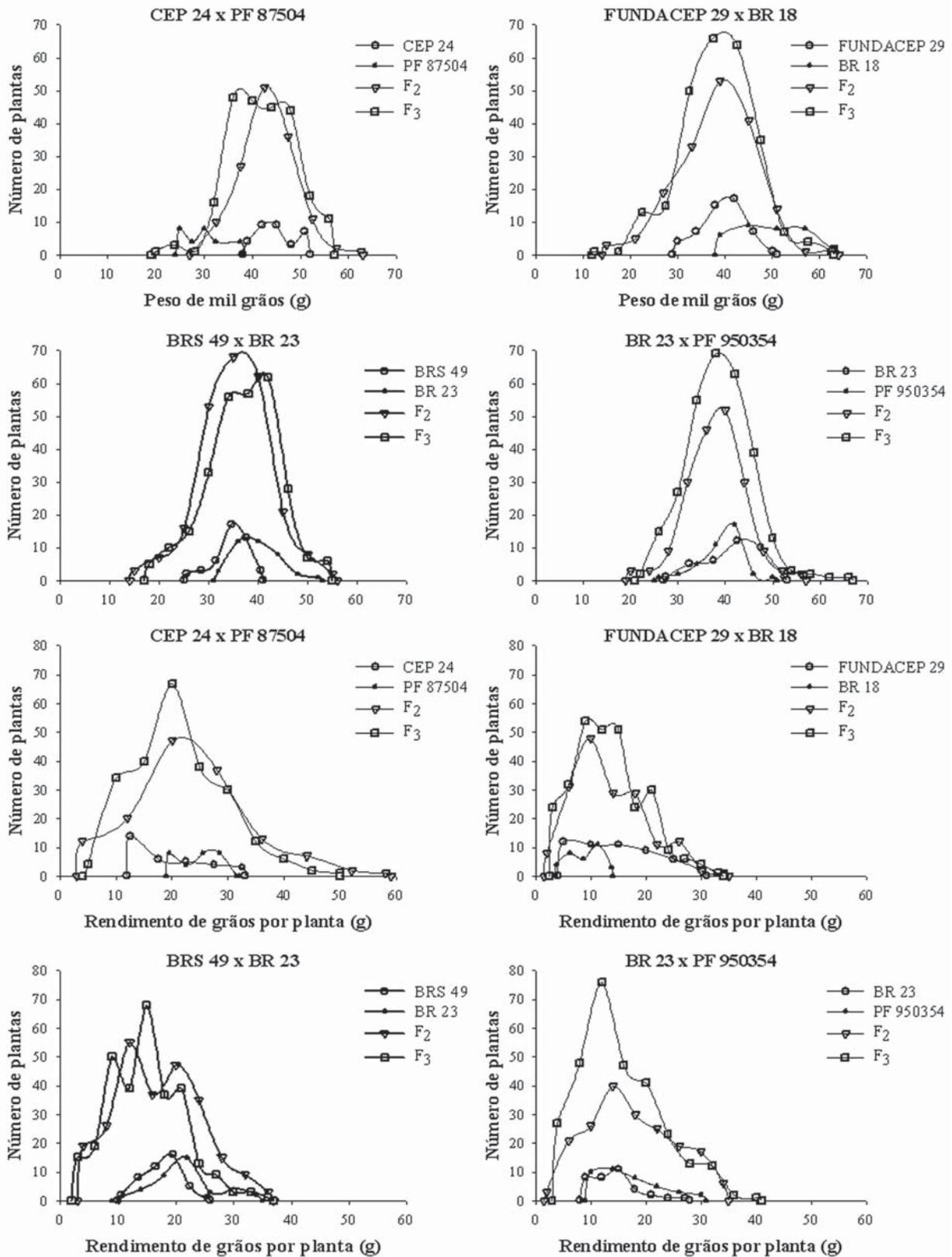


Figura 3. Distribuição de freqüência do caráter peso de mil grãos e rendimento de grãos por planta de duas gerações fixas (P<sub>1</sub> e P<sub>2</sub>) e suas gerações segregante (F<sub>2</sub> e F<sub>3</sub>), de quatro cruzamentos de trigo.

## CONCLUSÕES

A variabilidade gerada pelos diferentes cruzamentos e o efeito do ambiente não permitiram estabelecer uma estratégia generalizada de tamanho de população para avaliar determinado caráter.

Caracteres como rendimento de grãos por planta e número de afilhos férteis por planta, controlados por um grande número de genes e de pequeno efeito, com grande participação do ambiente, determinam dificuldades na eficiência da seleção.

A combinação BR 23 x PF 950354 revelou ser promissora para seleção de constituições genéticas de baixa estatura já na geração  $F_2$ .

Segregação transgressiva e efeitos aditivos foram predominantes no caráter peso da espiga principal no cruzamento BRS 49 x BR 23.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES, CNPq e FAPERGS pela concessão de bolsas de Pós-graduação, Iniciação Científica e suporte nesta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- Allard RW (1999) Principles of plant breeding, 2<sup>nd</sup> ed. New York, John Wiley & Sons. 254p.
- Cabral CB, Milach SCK, Pacheco MT & Crancio LA (2001) Herança de caracteres morfológicos de grãos primários em aveia. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 36:1133-1143.
- Camargo CE, Filho AWP & Felício JC (2000) Estimativas de herdabilidade e correlações quanto à produção de grãos e outras características agrônomicas em populações de trigo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 35:369-379.
- Efron B & Tibshirani R (1993) An Introduction to the Bootstrap, New York, Chapman & Hall. 436p.
- Embrapa (1999) Sistema brasileiro de classificação de solos, Brasília, Embrapa. 412 p.
- Ferreira WD, Ramalho MAP, Ferreira FD & Souza MA (2001) Family number in common bean selection. Genetics and Molecular Biology, 23:403-409.
- Fischer RA, Immer RR & Tedin O (1932) The genetical interpretation of statistics of the third degree in the study of quantitative inheritance. Genetics, 17:107-124.
- Fouilloux G & Bannerot H (1988) Selection methods in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In: Gepts P (Eds.). Genetics Resources of *Phaseolus* Beans. Dordrecht, Klüwer Academic Publishers. p. 503-542.
- Freund RJ & Littell RC (1981) Sas for linear models. Cary, Sas Institute. 229p.
- Graybill FA & Kneebone WR (1959) Determining minimum populations size for initial evaluation of breeding material. Agronomy Journal, 51:4-6.
- Huehn M (1996) Optimum number of crosses and progeny per cross in breeding self-fertilizing crops. I. General approach and first numerical results. Euphytica, 91:365-374.
- Isleib TG (1999) Recovery of superior homozygous progeny from biparental crosses and backcrosses. Crop Science, 39:558-563.
- Mather SK & Jinks JL (1971) Biometrical genetics, 2<sup>nd</sup> ed. New York, Cornell University Press. 382p.
- Moreno JA (1961) Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura. 41p.
- Orlói L & VD Pillar (1989) On sample size optimality in ecosystem survey. Biometrie Praximetrie, 29:173-184.
- Pillar VD (1999) The bootstrapped ordination reexamined. Journal of Vegetation Science, 10:895-902.
- Pillar VD (2004) Programa MULTIV: Multivariate Exploratory Analysis, Randomization Testing and Bootstrap Resampling. Porto Alegre, UFRGS. 50p.
- RCSBPT (2003) Indicações Técnicas da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT. 120p.
- Rosielle AA & Frey KJ (1977) Inheritance of harvest index and related traits in oat. Crop Science, 17:23-28.
- Secretaria de Energia, Minas e Comunicações (2002) Rio Grande do Sul: Atlas Eólico. Porto Alegre, disponível: <http://www.semc.rs.gov.br>
- Sneep J (1977) Selection for yield in early generation of self-fertilizing crops. Euphytica, 26:27-30.