

SELEÇÃO MASSAL PARA TAMANHO DO GRÃO EM POPULAÇÕES SEGREGANTES DE TRIGO¹

ANTONIO WILSON P. FERREIRA FILHO²,
FERNANDO IRAJÁ F. DE CARVALHO³ e LUIZ CARLOS FEDERIZZI⁴

RESUMO - Nos anos de 1983 e 1984 foram conduzidos dois experimentos na Estação Experimental Agronômica/UFRGS, em Guaíba, RS, com a finalidade de estudar a seleção e seus efeitos em populações de trigo (*Triticum aestivum* L.) com diferentes níveis de segregação. Foram aplicados quatro sistemas de seleção (populacional, grão maior, grão menor e grão maior + grão menor) em cinco populações de trigo nas gerações F₄, F₅ e F₆, e testados nas gerações subsequentes em relação a oito caracteres. Os resultados obtidos permitiram verificar que a variabilidade genética entre os genótipos estudados proporcionou progresso genético para o mecanismo de seleção de grão maior.

Termos para indexação: *Triticum aestivum*, genética, melhoramento genético em trigo.

MASS SELECTION FOR SEED SIZE IN SEGREGATING WHEAT POPULATIONS

ABSTRACT - During the years of 1983 and 1984, two experiments were carried out at the "Estação Experimental Agronômica" of the Federal University of Rio Grande do Sul, at Guaíba, RS, Brazil, aiming to study the selection and their effects on wheat (*Triticum aestivum* L.) populations with different levels of segregation. Four selection methods (populational, large, small and large + small seed size) were applied in five wheat populations in F₄, F₅ and F₆ generations, and tested in subsequent generations in relation to eight traits. The results showed that genetic variability among the genotypes studied supplied genetics improvement only in the populations where mass selection for seed size was used.

Index terms: *Triticum aestivum*, genetics, genetic improvement of wheat.

INTRODUÇÃO

Na evolução de qualquer espécie, três pontos fundamentais são necessários para que haja progresso genético; entre eles, pode-se apontar a existência de variabilidade genética, efeitos de seleção e diferenças de ambientes. Em programas de melhoramento genético, a primeira dificuldade encontrada pelo pesquisador é com relação à identificação dos genótipos que serão utilizados nas hibridações artificiais. A escolha dos genitores com base em caracteres desejáveis é insuficiente para assegurar a obtenção de progênies com potencial genético superior. É necessário que os genótipos

utilizados nos cruzamentos tenham capacidade combinatória em nível expressivo para produzir, em alta frequência, recombinações favoráveis, como foi demonstrado nos trabalhos de Lupton (1965), Alarcon (1979) e Nass (1979). Além da capacidade combinatória, o êxito na obtenção de genótipos superiores depende do mecanismo de seleção a ser utilizado sobre as progênies obtidas, pois o progresso genético só é detectado quando a seleção atua sobre a variabilidade genética da população, dependendo principalmente da correlação entre o genótipo com o fenótipo ($\sigma_G^2 = \sigma_P^2$). Na ausência de correspondência entre estes dois parâmetros, quatro fatores são os responsáveis pelas dificuldades na seleção: efeito do ambiente, interação genótipo x ambiente, ação gênica não aditiva e número de genes responsável pela manifestação do caráter desejado (Falconer 1970, Carvalho 1982).

Segundo Allard (1960), os métodos de seleção que têm mostrado eficiência para as espécies autógamas podem ser agrupados em três categorias: a) genealógico - com base na seleção artificial; b) massal - fundamentado na seleção natural e/ou

¹ Aceito para publicação em 24 de junho de 1986.

Parte do trabalho apresentado pelo primeiro autor para a obtenção do título de Mestre em Agron. na Fac. de Agron. da Univ. Fed. do Rio Grande do Sul, em setembro de 1985.

² Eng.-Agr., M.Sc., Instituto Agronômico de Campinas (IAC), Caixa Postal 28, CEP 13100 Campinas, SP.

³ Eng. - Agr., Ph.D., Fac. de Agron., Univ. Fed. do Rio Grande do Sul (UFRGS), Caixa Postal 776, CEP 90000 Porto Alegre, RS.

⁴ Eng.-Agr., M.Sc., Fac. de Agron., UFRGS.

artificial, e c) populacional - baseado na seleção natural. O mecanismo populacional consiste no avanço de gerações segregantes (populações) em ausência de seleção artificial até ser atingido o nível desejado de homozigose ($\pm F_6$); a partir desta geração, as plantas promissoras serão extraídas individualmente da população e suas progênes testadas (Briggs & Knowles 1967). Através deste sistema, a seleção natural poderá identificar indivíduos com boa capacidade competitiva, mas não necessariamente com constituição genética superior. Pesquisadores têm apontado que o êxito no sistema populacional poderá estar relacionado com a redução dos efeitos da seleção natural, como foi demonstrado pelos trabalhos de Khalifa & Qualset (1975), Jain & Qualset (1975), Silva & Carvalho (1978) e Pfeifer & Carvalho (1981).

Com o intuito de minimizar as desvantagens reveladas pelos sistemas tradicionais de seleção, muitos pesquisadores têm proposto modificações visando a obtenção de uma maior eficiência e resposta dos mecanismos de seleção. Desta maneira, a seleção massal para tamanho de grão tem sido uma constante preocupação entre os especialistas em cereais. Efeitos positivos para tamanho de grãos têm sido encontrados entre grãos de maior tamanho em relação aos de menor desenvolvimento, para o incremento no rendimento de grãos (Derera & Bhatt 1972, Nass 1973, Minella 1979). Avaliando populações de trigo (*Triticum aestivum* L.) sob efeito de seleção massal para tamanho de grão, nas gerações F_2 e F_3 , com relação à caracteres qualitativos e de importância agrônômica, Bhatt & Derera (1973) mostraram que este tipo de seleção proporcionava progressos genéticos. Utilizando populações de trigo, Minella (1979) verificou que a seleção para grão maior era mais eficiente e produzia efeitos mais intensos sobre ganhos genéticos na segunda ou terceira geração de seleção, em comparação com o mecanismo para grãos menores. Trabalhando com aveia, Romero & Frey (1966) e Frey (1967) também conseguiram sucesso na seleção para tamanho de grãos, com o avanço no número de gerações, obtendo maior progresso genético para os caracteres peso de grãos, período de espigamento e estatura de planta.

Outro aspecto de suma importância na seleção são os critérios utilizados pelos melhoristas de tri-

go para determinar o momento adequado na escolha dos genótipos com alto rendimento de grãos. A capacidade de identificar genótipos superiores para caracteres quantitativos em gerações com intensa frequência de heterozigose é muito importante, segundo McGinnis & Shebeski (1968), em virtude da redução da variabilidade genética que poderá determinar dificuldades na recuperação das mesmas em gerações subsequentes. Através de uma comparação entre os níveis de heterogeneidade de linhagens de trigo obtidas das gerações F_2 , F_3 e F_4 , Bhatt & Derera (1973) verificaram que a capacidade de rendimento de grãos era geralmente superior nas gerações de maior heterozigose, atribuindo este fato à maior eficiência da utilização do ambiente por estas populações altamente heterozigotas (heterose). Deste modo, o presente trabalho foi estabelecido com o objetivo de detectar a eficiência da seleção em populações de trigo com diferentes níveis de segregação.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste estudo foram utilizadas cinco populações de trigo provenientes dos cruzamentos artificiais de BR 4 x B 7503, Nobre x Alondra, IAC 5 x PF 70338, CNT 8 x B 7503 e CNT 9 x IAS 54, nas gerações F_4 , F_5 e F_6 . Até este nível de segregação nenhuma das populações sofre qualquer tipo de seleção artificial. As sementes provenientes destes cruzamentos foram semeadas grão a grão em 1983 na Estação Experimental Agrônômica/UFRGS, Guaíba, RS, de modo que cada população era constituída de 400 plantas, as quais foram colhidas em "bulk" e após trilhadas, sofreram efeitos de diferentes métodos de seleção: populacional, grão maior, grão menor e grãos maior + grão menor. No ano de 1984 as sementes provenientes das populações selecionadas permitiram constituir um ensaio comparativo objetivando detectar os progressos genéticos. O delineamento experimental utilizado foi o de parcelas sub-subdivididas com quatro repetições, cujos fatores foram constituídos em populações, gerações e sistemas de seleção.

Durante o desenvolvimento das plantas a campo e após a colheita, foram realizadas as seguintes determinações: data de espigamento (número de dias da emergência até 50% das plantas com espigamento completo), estatura de planta (média do comprimento de dez plantas tomada da base ao extremo superior da espiga sem incluir as aristas), rendimento biológico (peso total das plantas de cada unidade experimental no período de maturação, incluindo grãos e palha), rendimento de grãos (pela pesagem da quantidade total de grãos produzidos por unidade experimental), índice de colheita (pela razão entre o peso de grãos e o peso total por unidade experimental), peso

do hectolitro (peso de quantidade de grãos contido em 125 ml e transformados em quilos/100 litros), peso de grãos (média do peso de duas amostras de 1.000 grãos/unidade experimental), e número de espigas (total de espigas contidas em cada unidade experimental).

Os dados obtidos para os oito caracteres analisados foram submetidos a uma análise de variância conforme modelo apresentado por Steel & Torrie (1980) e para as comparações entre médias foi utilizado o teste de Duncan a 5% de probabilidade.

RESULTADOS

Os dados observados sobre oito caracteres, em cinco populações, nas gerações F₅, F₆ e F₇, sob pressão de quatro diferentes métodos de seleção, revelaram alguns aspectos de importância no melhoramento de plantas de trigo.

O resumo da análise da variância, incluído na Tabela 1, mostra que para populações e métodos de seleção houve diferenças significativas para os oito caracteres estudados. Com relação ao efeito de gerações, foi possível detectar significância estatística para os caracteres estatura de planta, período de espigamento, peso do hectolitro e índice de colheita. Os caracteres pesos de grão e do hectolitro apresentaram um comportamento diferenciado para todas as interações simples e tríplice. Além disto, para população x geração x método houve uma manifestação estatística significativa para os caracteres período de espigamento e estatura de planta, respectivamente; os quais também foram evidenciados na interação tríplice (população x geração x método).

O efeito de população em relação aos caracteres observados, mostrou (Tabela 2) que as populações provenientes de cruzamentos envolvendo o genótipo B 7503 apresentavam um destaque maior para as diversas características estudadas; onde a população proveniente do cruzamento entre CNT 8 e B 7503 revelou um desempenho diferencial para todos os caracteres observados, com exceção do período de espigamento.

O avanço nas gerações proporcionou decréscimos nos caracteres estatura de planta e período de espigamento, bem como, acréscimos no peso do hectolitro e índice de colheita, apesar da reduzida diferença dentro de cada característica aferida (Tabela 3).

Os dados inseridos na Tabela 4 mostraram que entre os métodos de seleção utilizados, o sistema de grão maior determinou superioridade para os caracteres estudados, exceto para data de espigamento e peso de grão. O método de seleção de grão menor revelou uma reduzida eficiência para todas as características observadas, excluindo o período de espigamento.

DISCUSSÃO

A expressão máxima do efeito de população foi obtida para todos os caracteres analisados. Dois fatores genéticos fundamentais devem ter contribuído para a ocorrência deste fato, entre eles pode ser citado a existência de capacidade combinatória entre alguns dos distintos genitores utilizados (Gandin 1982), permitindo o surgimento de indivíduos com alto potencial genético provenientes de recombinações superiores tanto em caracteres quantitativos como qualitativos (Tabela 2). Além disto, a diferença genética entre genitores (Carvalho 1982) parece ter sido o outro fator básico e de suma importância nesta análise. Um outro aspecto não genético de extrema importância foi o valor detectado para coeficientes de variação de cada caráter analisado conforme evidências apontadas por Steel & Torrie (1980). Apesar dos elevados percentuais, estes resultados não foram suficientemente relevantes para impedirem a obtenção de significância estatística nos caracteres estudados, o que vem reforçar a hipótese de que o fator principal é a existência de variabilidade entre as diferentes populações, que foi determinada possivelmente pela capacidade combinatória do genitor B 7503 com o CNT 8 e BR 4, concordando com os dados obtidos por Gandin et al. (1983).

Apesar das reduzidas diferenças entre médias, os resultados significativos para gerações entre caracteres como estatura de planta, período de espigamento, peso do hectolitro e índice de colheita (Tabela 3), só foram detectados possivelmente pela adequação no número e tamanho de amostras, aspectos salientados como de extrema importância por Cochran & Cox (1965). A ausência de maior efeito de gerações, possivelmente esteja relacionada com a reduzida diferença entre elas com relação à variabilidade genética.

TABELA 1. Graus de liberdade (GL) e quadrados médios (QM) do resumo das análises de variância e coeficientes de variação em percentagem (CV %), referentes à comparação entre cinco populações de trigo submetidas a quatro métodos de seleção em três gerações, para oito caracteres observados, EEA/UFRRGS - Guaíba, RS, 1984.

Causas da variação	Quadrados Médios (QM)									
	GL	Rendimento de grãos (g/1,8 m ²)	Nº espigas por 1,8 m ²	Estatura (cm)	Rendimento biológico (g/1,8 m ²)	Espigamento (dias)	Peso de grão (mg)	Peso de hectolitro (kg/100 l)	Índice de colheita (%)	
Blocos	3	548	1346	68,9	48511	14,2	0,4	4,4	0,23	
Populações (POP)	4	122662*	109509*	1327,7*	799878*	100,2*	176,0*	162,4*	0,57*	
Erro (A)	12	8194	5192	211,6	73174	16,8	4,5	4,7	0,13	
Gerações (GER)	2	1316	4104	173,3*	143883	20,5	2,8	4,5*	0,71*	
POP x GER	8	5226	4510	48,4	23383	10,7*	5,6*	3,9*	0,17	
Erro (b)	30	3384	5374	25,0	48144	4,5	2,0	1,0	0,13	
Métodos (MET) —	3	52602*	26069*	59,5*	364362*	70,4*	47,0*	2,8*	0,34*	
POP x MET	12	3055	3681	12,2	29987	5,9	4,7*	1,6*	0,14	
GER x MET	6	1398	881	21,2*	11130	3,8	8,2*	3,5*	0,05	
POP x GER x MET	24	3225	3558	13,0*	43401	7,7*	4,6*	2,4*	0,10	
Erro (c)	135	3104	3733	8,1	37284	3,8	1,4	0,8	0,08	
CV % (a)		25	18	13	21	4	6	2	12	
CV % (b)		16	18	4	17	2	3	1	12	
CV % (c)		15	15	2	15	2	3	1	9	

CV % Coeficiente de variação em percentagem.

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 2. Análise do efeito médio de cinco populações de trigo em relação aos oito caracteres observados, EEA/UFRGS, Guaíba, RS, 1984.

Populações	Caracteres							
	Rendimento de grãos (g/1,8 m ²)	Nº espigas por 1,8 m ²	Estatura (cm)	Rendimento biológico (g/1,8 m ²)	Espigamento (dias)	Peso de grãos (mg)	Peso do hectolitro (kg/100 l)	Índice de colheita (%)
BR 4 x B 7503	395,3a+	452a	112a	1355,3a	89b	35,0b	79,0b	29ab
Nobre x Alondra	314,0b	344b	100b	1114,3b	89b	36,6a	76,0d	28bc
IAC 5 x PF 70338	328,9b	378b	111a	1186,8b	87b	36,1a	77,2c	27c
CNT 8 x B 7503	425,0a	447a	112a	1398,9a	89b	36,1a	80,7a	30a
CNT 9 x IAS 54	318,4b	376b	104b	1142,5b	91a	31,9c	77,3c	28bc
CV %	25,4	18	14	21,8	5	6,0	2,8	13

CV % Coeficiente de variação em percentagem.

+ Em cada coluna, as médias seguidas pelas mesmas letras, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan (P > 0,05).

TABELA 3. Análise do efeito médio de gerações em relação aos oito caracteres observados, EEA/UFRGS, Guaíba, RS, 1984.

Gerações	Caracteres							
	Rendimento de grãos (g/1,8 m ²)	Nº espigas por 1,8 m ²	Estatura (cm)	Rendimento biológico (g/1,8 m ²)	Espigamento (dias)	Peso de grãos (mg)	Peso do hectolitro (kg/100 l)	Índice de colheita (%)
F ₅	354,6a+	407a	109a	1269,6a	90a	35,0a	77,9b	27b
F ₆	360,9a	396a	108a	1258,1a	89b	35,4a	77,9b	28b
F ₇	353,4a	393a	106b	1191,0a	89b	35,0a	78,3a	29a
CV %	16,3	18	5	17,7	2	4,0	1,3	12

CV % Coeficiente de variação em percentagem.

+ Em cada coluna, as médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan (P > 0,05).

TABELA 4. Análise do efeito médio de métodos de seleção em relação aos oito caracteres observados, EEA/UFRRGS, Guaíba, RS, 1984.

Métodos	Caracteres							
	Rendimento de grãos (g/1,8 m ²)	N.º espigas por 1,8 m ²	Estatura (cm)	Rendimento biológico (g/1,8 m ²)	Espigamento (dias)	Peso de grãos (mg)	Peso do hectolitro (kg/100 l)	Índice de colheita (%)
Populacional	363,1b+	402a	108a	1249,2b	88b	35,9a	78,1a	29a
Grão maior	386,1a	419a	108a	1326,5a	88b	35,5ab	78,2a	29a
Grão menor	315,3c	370b	106b	1136,9c	91a	33,9c	77,7b	27b
Grão maior + Grão menor	360,7b	406a	108a	1245,6b	89b	35,3b	78,0a	29a
CV %	15,3	15	3	15,6	2	3,4	1,2	10

CV % Coeficiente de variação em percentagem.

+ Em cada coluna, as médias seguidas pelas mesmas letras, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan (P > 0,05).

A seleção através do tamanho do grão revelou uma relação bastante acentuada entre o grão maior e os rendimentos de grãos e biológico das plantas resultantes destes grãos, concordando com os dados de Derera & Bhatt (1972) e Minella (1979). Entretanto, não demonstrou progresso genético em relação aos mecanismos denominados populacional e grão maior + grão menor quando analisados em função dos demais caracteres. A eficiência do grão maior para rendimentos de grãos e biológico, possivelmente não esteja relacionada com os componentes de rendimento denominados peso de grão e números de espigas por unidade de área, mas sim com o número de grãos por espiga. Fato este evidenciado através dos mecanismos populacional e grão maior + grão menor, onde não foram verificadas diferenças significativas entre médias (Tabela 4) para número de espigas por unidade de área e peso de grão evidenciando uma possível relação entre seleção de grão maior e número de grãos por espiga (Derera & Bhatt 1972, Nass 1973, Minella 1979).

A análise das interações tanto simples quanto tríplice, permitiram verificar a inexistência de significância naqueles caracteres considerados quantitativos, como rendimento de grãos, número de espigas por unidade de área, rendimento biológico e índice de colheita (Tabela 1). A ausência marcante de significância estatística nos diferentes caracteres observados, para estas interações, poderá ser atribuída à pequena dispersão em relação à média (reduzida variabilidade) e ao alto percentual dos coeficientes de variação obtidos, hipótese esta formulada com base no número de repetições e tamanho de parcelas utilizadas conforme evidenciaram Cochran & Cox (1965).

CONCLUSÕES

1. Nenhum mecanismo de seleção utilizado e/ou redução na frequência da heterozigose através do avanço no número de gerações foram capazes de proporcionar progresso genético na ausência ou presença mínima de variabilidade genética entre os genótipos estudados.

2. A utilização de diferentes mecanismos de seleção revelou que o sistema massal para tamanho do grão, poderá possibilitar a obtenção de progres-

so genético para caracteres qualitativos e quantitativos.

3. A variabilidade genética, mesmo em reduzida frequência, permitiu detectar diferenças de efeito de combinações genéticas entre os genótipos utilizados nos cruzamentos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), ao Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e a Fundação Cargill pelo auxílio de bolsa de estudos e financeiro para execução do trabalho.

REFERÊNCIAS

- ALARCON, E. Studies of general and specific combining ability in wheat (*Triticum aestivum* L.). Lincoln Univ. of Nebraska, 1979. 140p. Tese Ph.D.
- ALLARD, R.W. Principles of plant breeding. New York, J. Wiley, 1960. 485p.
- BHATT, G.M. & DERERA, N.F. Associated changes the attributes of wheat populations mass-selected for seed size. *Aust. J. Agric. Res.*, 24:179-86, 1973.
- BRIGGS, F.N. & KNOWLES, P.F. Introduction to plant breeding. New York, Reinhold, 1967. 426p.
- CARVALHO, F.I.F. Genética quantitativa. In: OSÓRIO, E.A. Trigo no Brasil. Campinas, Fund. Cargill, 1982. p.65-94.
- COCHRAN, W.G. & COX, G.M. Diseños experimentales. México, AID, 1965. 661p.
- DERERA, N.F. & BHATT, G.M. Effectiveness of mechanical mass selection in wheat. *Aust. J. Agric. Res.*, 23:761-8, 1972.
- FALCONER, D.S. Introduction to quantitative genetics. New York, Ronald, 1970. 365p.
- FREY, K.J. Mass selection for seed width in oat populations. *Crop Sci.*, 16:341-9, 1967.
- GANDIN, C.L. Análise dos efeitos de populações segregantes e da capacidade combinatória de diferentes genótipos sobre os principais caracteres de importância agrônoma em trigo. Porto Alegre, UFRS - Fac. Agron., 1982. 135p. Tese Mestrado - Fitotecnica.
- GANDIN, C.L.; FEDERIZZI, L.C.; CARVALHO, F.I.F.; NODARI, R.O. Effects of the combining ability of different genotypes on agronomically important traits in wheat. *R. bras. Genét.*, 3:473-90, 1983.
- JAIN, S.K. & QUALSET, C.O. New developments in the evaluation and theory of bulk populations. In: INTERNATIONAL BARLEY GENETICS SYMPOSIUM, 3., Garching, 1975. Proceedings. Garching, s.ed., 1975. p.739-49.
- KHALIFA, M.A. & QUALSET, C.O. Intergenotypic competition between tall and dwarf wheats. II. In hybrids bulks. *Crop Sci.*, 15:640-4, 1975.
- LUPTON, F.G.H. Studies in the breeding of self pollination cereal; use of the incomplete diallel in wheat breeding. *Euphytica*, 13:331-52, 1965.
- MCGINNIS, R.G. & SHEBESKI, L.H. The reliability of single plant selection for yield in F2. In: INTERNATIONAL WHEAT GENETICS SYMPOSIUM, 3., Canberra, 1968. Proceedings. Canberra, s.ed., 1968. p.109-14.
- MINELLA, E. Evaluation of ten generation of mechanical mass selection for seed size in wheat composite cross I. Davis, Univ. of California, 1979. 53p. Tese Mestrado.
- NASS, H.G. Determination of characters for yield selection in spring wheat. *Can. J. Plant Sci.*, 53:755-62, 1973.
- NASS, H.G. Selecting superior spring wheat crosses in early generations. *Euphytica*, 28:161-7, 1979.
- PFEIFER, A.B. & CARVALHO, F.I.F. Análise da competição intergenotípica sob efeitos de seleção natural e artificial em populações de trigo (*Triticum aestivum* L.). *Agron. sulriogr.*, 17:3-23, 1981.
- ROMERO, G.E. & FREY, K.J. Mass selection for plant height in oat population. *Crop Sci.*, 6: 283-7, 1966.
- SILVA, A.C.F. & CARVALHO, F.I.P. Estimativa dos efeitos de competição intergenotípica através do uso de genes marcadores em trigo (*Triticum aestivum* L.); mistura mecânica de cultivares. *Ci. e Cult.*, 30: 1214-22, 1978.
- STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. Principles and procedures of statistics. New York, McGraw-Hill, 1980. 633p.