

SELEÇÃO PARA PERÍODO DE FLORESCIMENTO E ESTATURA DE PLANTA E SEU EFEITO NO RENDIMENTO DE GRÃOS DE TRIGO¹

CASIANO QUINTANA CARVAJAL², FERNANDO IRAJÁ FÉLIX DE CARVALHO³, ROSA LÍA BARBIERI⁴,
MAN MOHAN KOHLI⁵, LUIZ CARLOS FEDERIZZI³ e MARCELO TEIXEIRA PACHECO⁶

RESUMO - Oito populações segregantes de trigo (*Triticum aestivum* L.) foram avaliadas quanto aos caracteres ciclo e estatura de planta em duas gerações (F₃ e F₄), de modo a estabelecer sua influência no rendimento de grãos. As populações foram conduzidas sob dois procedimentos de seleção: SSD e genealógico modificados. Foi detectada variabilidade genética no ciclo e estatura de planta nas populações utilizadas. A seleção artificial e a avaliação dos caracteres demonstraram um avanço significativo em virtude do procedimento de seleção genealógico modificado aplicado aos caracteres adaptativos na geração F₂ e testado nas gerações F₃ e F₄, mostrando contribuição direta na redução no ciclo e na estatura de planta, além de significativo progresso genético nas populações selecionadas. Não há evidências de progresso no rendimento de grãos, e a seleção referente ao período de florescimento e estatura de planta tem pequena influência na alteração da média da população no que se refere à produtividade.

Termos para indexação: *Triticum aestivum*, ação gênica, métodos de melhoramento, seleção indireta.

SELECTION TO HEADING DATE AND PLANT HEIGHT AND THE EFFECT OVER WHEAT GRAIN YIELD

ABSTRACT - Eight segregating populations of wheat (*Triticum aestivum* L.) were studied as to their days of flowering and plant height traits in two generations (F₃ and F₄) in order to establish their influence on grain yield. The populations were conducted under two selection procedures: modified SSD and pedigree method. Genetic variability (high for days to flowering and low for plant height) was present in the populations studied. Artificial selection and measurement of characters demonstrated a significant advance due to the modified pedigree method procedure applied in F₂ and tested in F₃ and F₄ generations for the adaptative traits, showing direct contribution in reduction of number of days to flowering and plant height; thereby showing significant moving of the population mean of those traits. However, there was no evidence of the progress in the character indirectly influenced by two selection procedures. Similarly the selection for these traits had small influence on moving the population mean for grain yield.

Index terms: *Triticum aestivum*, gene action, breeding methods, indirect selection.

¹ Aceito para publicação em 22 de maio de 1997.

Extraído da Dissertação apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) para obtenção do título de Mestre em Fitotecnia.

² Eng. Agr., M.Sc., Centro de Investigación Agrícola Tropical (CIAT), Ejército Nacional, 131, Casilia 247, Santa Cruz de La Sierra, Bolívia.

³ Eng. Agr., Ph.D., Dep. Plantas de Lavoura, Fac. Agronomia, UFRGS, Caixa Postal 776, CEP 95501-970 Porto Alegre, RS.

⁴ Biól., M.Sc., UFRGS.

⁵ Eng. Agr., Ph.D., Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), Calle Andes, 1365, Oficina 314, Montevideu, Uruguai.

⁶ Eng. Agr., M.Sc., UFRGS.

INTRODUÇÃO

Tanto no processo natural de evolução como no melhoramento genético, as populações de plantas estão constantemente sendo submetidas a drásticos crivos de seleção, permitindo a sobrevivência de genótipos com maior adaptação. Neste processo contínuo de escolha, o fator principal passa a ser a seleção, desde que exista variabilidade genética num nível adequado.

Em programas de melhoramento genético, a primeira dificuldade encontrada pelo melhorista é com relação ao conhecimento e identificação dos genitores que deverão ser utilizados nas hibridações artificiais. A escolha dos genitores com base em caracteres desejáveis é insuficiente para assegurar a obtenção de progênie 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 (Alarcon,

1979; Nass, 1979; Ferreira Filho, 1985). Conseqüentemente, qualquer progresso genético que ocorra em progênies provenientes de cruzamentos entre genitores escolhidos com base no fenótipo, poderá ser aleatório e de difícil repetibilidade (Gandin, 1982).

A seleção é um processo dinâmico e de complexa execução, determinando a necessidade de criar e desenvolver procedimentos eficientes para a identificação dos genótipos superiores, especialmente nas gerações com elevada frequência de heterozigose.

O método de seleção genealógico está baseado exclusivamente na seleção artificial de indivíduos superiores dentro de populações de plantas com ausência de competição entre elas; a escolha individual e a multiplicação dos seus descendentes, geração após geração, proporciona ao melhorista um controle rígido sobre o material genético selecionado. Este método, segundo Carvalho et al. (1980) traz como vantagem o fato de ser dirigido integralmente pelo melhorista, permitindo, entretanto, uma grande participação do ambiente na manifestação fenotípica. Para reduzir os efeitos de ambiente e intensificar a frequência dos genes superiores, após cada geração, alterações no mecanismo de condução desenvolvido dentro do sistema genealógico têm sido empregadas em trabalhos de melhoramento (Borojevic & Potocanac, 1966; Fasoulas, 1973; Knott, 1979).

Outro método de condução de populações, denominado Single Seed Descent (SSD), consiste no avanço de uma geração para outra, em populações segregantes, mediante colheita de uma semente por planta até atingir um certo grau de homozigose. Conseqüentemente, não há perda de variabilidade genética na população e a seleção pode ser realizada em indivíduos com uma alta frequência de estabilidade genética (Brim, 1966). Os erros de seleção atribuídos à ação gênica e a efeitos de ambiente são drasticamente reduzidos neste procedimento (Khalifa & Qualset, 1975).

Para a maioria dos trabalhos de melhoramento, o objetivo principal tem sido a obtenção de genótipos de alto rendimento de grãos. A redução da variabilidade poderá causar sérias dificuldades na recuperação dos genótipos superiores nas gerações subseqüentes. Portanto, o julgamento preciso da superioridade das plantas selecionadas, nas gerações segregantes, exige que o melhorista tenha um bom conhecimento da espécie com que trabalha, pois nesta etapa a seleção de plantas deve ser feita dentro de uma grande população de indivíduos, levando, freqüentemente, o melhorista a adotar um sistema de julgamento muito subjetivo, sob seleção

visual rápida, em lugar de aferições mais precisas. Segundo Byron & Orf (1991), em um programa de melhoramento onde o rendimento de grãos é o principal objetivo, os critérios de seleção devem ser seguidos pela escolha de caracteres de herdabilidade expressiva.

Levando esses fatos em consideração, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a eficiência da seleção dos caracteres ciclo e estatura de planta e seu progresso no rendimento de grãos de trigo sob o efeito de dois procedimentos de seleção (SSD e genealógico).

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados três ciclos completos de semeadura de trigo (*Triticum aestivum* L.), com o primeiro e o terceiro estabelecidos a campo, durante os invernos de 1993 e 1994, na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (E.E.A./UFRGS), no município de Eldorado do Sul, RS. O segundo ciclo do experimento foi realizado em casa de vegetação (telado), durante o verão 1993/94, na mesma E.E.A., situada na região fisiogeográfica da Depressão Central, a 30° 5' 52" de latitude Sul e 51° 39' 8" de longitude Oeste, com altitude média de 46 metros acima do nível do mar, e precipitação média anual de 1.690 mm. A umidade relativa do ar média anual é de 77%, e a insolação média está entre 2200 e 2300 horas/ano. O tipo de solo da área experimental é classificado como Podzólico Vermelho-Escuro distrófico, pertencendo à unidade de mapeamento São Jerônimo, caracterizado por boa drenagem, profundidade, coloração avermelhada e textura argilosa (Brasil, 1986).

Depois de arado e gradeado o solo foi adubado com 300 kg/ha da fórmula 5-20-20 de N, P e K, respectivamente, no período de semeadura. Durante o afilhamento foram aplicados 100 kg/ha de N adicional sob forma de uréia, em cobertura. As sementes receberam tratamento preventivo para moléstias fúngicas, com o fungicida Triadimenol Baytan 150), na base de 1 g do produto ativo por kg de semente. Na condução do trabalho a campo, foram utilizadas as técnicas recomendadas para a cultura do trigo, com a eliminação de ervas daninhas na forma manual, a redução da ocorrência de moléstias fúngicas com aplicações de Tebuconazole (Folicur 125 CE), na dosagem de 700 mL/ha misturadas com Propiconazole (Tilt) na dosagem de 500 mL/ha para 100 L de água, principalmente para controlar a ferrugem da folha (*Puccinia recondita* Rob.).

Foram estudados tratamentos de trigo, sendo oito populações segregantes F₂ e três cultivares como tratamentos padrões, com a seguinte origem: pop. 1 (PF 88455/PF869120), pop. 2 (PF88455/PF88522), pop. 3 (BR 15/PF88455), pop.

4 (BR 15/PF 87107), pop. 5 (BR 34/EMBRAPA 16), pop. 6 (BR 23/BR 34), pop. 7 (BR 23/ PF869120), pop. 8 (PF 87103/PF 869120), cultivar BR 23 (Corre Caminos/Alondra Sib/3/IAS 54-20/Cotiporã//CNT 8), cultivar EMBRAPA 15 (CNT 10/BR 35//PF 75172/Sel Tifton 72-59), e cultivar EMBRAPA 16 (Hulha Negra/CNT 7//Amigo/CNT 7).

Os dados foram obtidos em três ensaios:

Ensaio 1

Em junho de 1993 foram semeadas as oito populações segregantes de trigo (F_2), desenvolvidas em plantas individuais, obedecendo a distância de 0,30 m tanto entre plantas na linha como entre linhas, onde cada população constituiu-se de parcelas com 20 linhas de 3,00 m de comprimento. Sobre as plantas individuais foram aplicados dois procedimentos de seleção dos caracteres ciclo e estatura de planta.

Método SSD Modificado:

As progênes das populações F_2 eram constituídas de duas sementes de cada planta, separadas ao acaso, sobre 150 plantas por população. Uma de duas sementes provenientes de cada planta foi semeada no telado durante o verão 1993/1994, permitindo que cada planta ficasse representada pelo mesmo número de sementes na geração F_3 (Fig. 1).

Método Genealógico Modificado:

A técnica empregada neste trabalho consistiu nas aferições de ciclo e estatura da totalidade das plantas nas populações F_2 , onde foram selecionadas 90 plantas individuais por população, tomando como critérios os caracteres precocidade e baixa estatura. A pressão de seleção foi intensificada com a seleção de 15 plantas individuais mais precoces, baixas e com pesos de grãos superiores à média da população acrescidas de um desvio padrão. Dessas 15, foram tomadas duas espigas representativas por planta; uma delas foi semeada no telado no verão 1993/1994, e a outra armazenada na câmara fria para ser utilizada no inverno de 1994 (Fig. 1).

Ensaio 2

Em dezembro de 1993, com o objetivo de avançar uma geração, foi semeada no telado parte das seleções realizadas sobre as populações segregantes F_2 , por meio dos seguintes procedimentos de condução:

Método SSD:

A representação de 150 plantas provenientes de uma semente por planta foi semeada com espaçamento de 0,30 e 0,10 m entre linhas e sobre linhas respectivamente, com 10 linhas de 1,5 m de comprimento em cada população (Fig. 1).

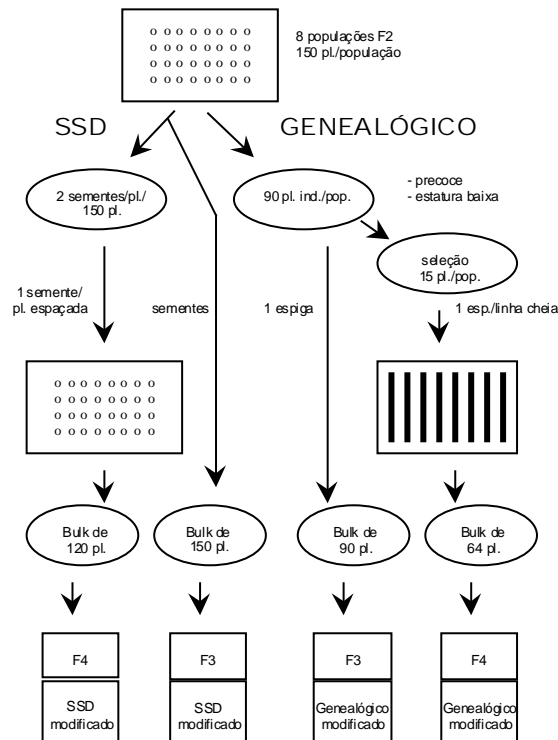


FIG. 1. Esquema do procedimento utilizado na condução dos experimentos.

Método Genealógico:

Foram estabelecidas 15 plantas por população, em 15 linhas de 1 m de comprimento, semeando os grãos de uma espiga sobre uma linha cheia, com 0,30 m de distância entre linhas (Fig. 1).

Ensaio 3

Em março de 1994, no procedimento SSD - F₃ foram utilizadas sementes de 120 plantas em *bulk* por população. Da mesma forma, no procedimento genealógico conduziram-se em *bulk* 64 plantas por população. Também foram misturadas em *bulk* as sementes remanescentes correspondentes à geração F₃, acrescentando a quantidade de sementes necessária para completar os ensaios dos dois métodos estudados (Fig. 1).

A modificação dos sistemas de condução utilizados nas misturas em *bulk* foi em virtude da necessidade de uma certa quantidade de grãos por população, que não era possível obter com a produção de plantas individuais, para constituir os tratamentos no ensaio de comparação, em parcelas maiores e com repetições.

O ensaio resultou em quatro pequenos experimentos, cada um composto de onze tratamentos (oito populações segregantes e três cultivares padrões), com quatro repetições, sendo cada experimento constituído por um método de condução e uma geração segregante. Cada unidade experimental foi composta de cinco fileiras de 3 m de comprimento, espaçadas 0,30 m entre si, numa densidade de 250 sementes por m². Os experimentos foram caracterizados da seguinte maneira: Experimento 1 - procedimento SSD (F₃); Experimento 2 - procedimento SSD modificado (F₄); Experimento 3 - procedimento genealógico (F₃); Experimento 4 - procedimento genealógico modificado (F₄).

Durante o desenvolvimento das plantas a campo e após a colheita, foram realizadas, em cada experimento estabelecido no inverno de 1994, as seguintes determinações: período de florescimento (dias): número de dias da emergência até quando aproximadamente 50% das plantas da unidade experimental apresentavam mais da metade das anteras abertas durante o processo da antese; estatura de planta (cm): determinada pela média do comprimento do colmo principal de cinco plantas como amostras de cada unidade experimental, tomadas ao acaso, excluindo as aristas, quando as plantas estavam com três a quatro semanas após a antese; rendimento de grãos (kg/ha): obtido pelo peso dos grãos produzidos pela unidade experimental (área útil de 2,7 m²), sendo colhidas apenas as três fileiras centrais.

Foi realizada a análise estatística utilizando-se delineamento de blocos casualizados em fatorial, de três caracteres estudados nos quatro experimentos, tomando como variável fixa os procedimentos e gerações, e aleatória as populações, conforme modelo apresentado por Steel & Torrie (1980), com o objetivo de determinar as diferenças entre as populações de trigo submetidas a diferentes métodos de seleção em distintas gerações. A significância do efeito de tratamentos foi testada pelo Teste F, a 5% de probabilidade. Nas comparações efetuadas pelos testes de médias, foi utilizado o teste DMS a 5% de probabilidade, exceto para a interação tríplice, onde para cada variável analisada foi construída uma curva de distribuição normal. Com base na média geral e no desvio padrão de cada caráter, foram definidas as respostas consideradas de manifestação superior em cada caráter estudado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância (Tabela 1) revelou que os tratamentos gerações, métodos de condução de populações segregantes e constituições genéticas (populações) apresentaram significância em relação aos caracteres avaliados, exceto em gerações no caráter estatura de planta. As interações simples e tríplice foram significantes nos caracteres testados, com exceção em métodos x gerações (florescimento e rendimento de grãos) e P x M x G (rendimento de grãos). Os coeficientes de variação foram baixos e dentro dos padrões estabelecidos para experimentos a campo, variando de 1,17% a 9,46%.

TABELA 1. Graus de liberdade (GL) e quadrados médios (QM) das análises de variância e coeficientes de variação (CV%) referentes à comparação entre oito populações segregantes (P) submetidas a dois métodos de seleção (M) em duas gerações (G) para três caracteres observados.

Causa da variação	GL	QM dos caracteres testados		
		Florescimento (dias)	Estatura de planta (cm)	Rend. de grãos (kg/ha)
Métodos	1	178,00*	504,6*	499059*
Gerações	1	60,28*	4,4	3608754*
M x G	1	5,46	156,6*	52647
Rep. (M x G)	12	1,22	15,2*	82372
Populações	10	229,08*	246,4*	484739*
P x M	10	54,08*	71,8*	135043*

P x G	10	26,15*	16,3*	212699*
P x M x G	10	25,83*	17,2*	51843
Resíduo	120	0,88	7,0	46674
CV %		1,17	2,88	9,46

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

Os efeitos da interação tríplice entre os dois procedimentos de seleção, as duas gerações testadas e as diferenças genéticas entre as oito populações segregantes de trigo nos caracteres período de florescimento e estatura de planta estão incluídos na Tabela 2. Ao indicar significância por subtração de um desvio padrão em relação à média de cada caráter, as populações 1, 3 e 8 revelaram uma tendência na redução do ciclo no período de florescimento, sob efeito dos dois procedimentos de seleção, SSD e genealógico modificados, com o avanço das gerações; enquanto que as populações 1, 2, 3 e 8 sob a pressão de seleção dos dois procedimentos apresentaram tendências na redução de estatura nas plantas das gerações mais avançadas. Comparando as médias dos padrões com as médias das populações no caráter período de florescimento, pode ser verificado que todas as populações segregantes analisadas, sob o efeito de avanço das gerações, apresentaram valores médios menores que as médias dos padrões, com destaque para as populações 3, 1 e 8, com valores de 72,75; 73,00 e 73,50 dias de florescimento, respectivamente, com reduções de ciclo de até 12 dias. Em relação ao caráter estatura de planta, pode ser observado que a diferença entre as médias de populações e padrões não foi superior a 9,5 cm, com destaque para as populações 8, 1 e 3, com porte baixo de planta de 83,50 e 84,00 cm (Tabela 2). As populações híbridas foram afetadas tanto na estatura de planta como no período de florescimento, evidenciando progresso genético nesses caracteres.

TABELA 2. Médias dos caracteres período de florescimento (PF, dias) e estatura de planta (EP, cm) de oito populações de trigo submetidas a dois procedimentos de seleção, Single Seed Descent (SSD) e genealógico modificado (PG) em duas gerações (F₃ e F₄)¹.

Popu- Lação	Cará- ter	F ₃		F ₄	
		SSD	PG	SSD	PG
1	PF	81,75	74,00*	74,75*	73,00*
	EP	100,25	99,00	86,75	84,00
2	PF	80,00	78,00	78,50	77,25
	EP	88,50	88,50	86,00	84,25*
3	PF	86,00	78,75	72,75*	72,75*
	EP	87,50	87,75	86,00	84,00*
4	PF	87,25	78,00	77,00	76,50
	EP	91,75	91,50	91,50	89,00
5	PF	78,50	77,75	79,75	79,00
	EP	92,00	96,75	89,25	87,00
6	PF	79,00	83,00	79,00	78,25
	EP	91,75	103,75	97,25	95,50
7	PF	82,00	84,50	81,50	80,25
	EP	95,50	102,50	100,00	98,00
8	PF	77,50	75,50	74,75*	73,50*
	EP	91,50	91,50	86,75	83,50*

¹ Médias das 8 populações: PF=78,43 ($\sigma=3,67$); EP=91,52 ($\sigma=5,75$); média dos padrões (BR 23, EMB 16, EMB 15): PF=85,12; EP=93,09.

* Significativo por subtração de um desvio padrão (s) em relação à média.

O efeito da interação simples entre métodos de seleção e avanço na geração seguinte não mostrou diferenças significativas nos caracteres período de florescimento e estatura de planta (Tabela 3). Com o avanço de geração não houve uma redução nos valores médios nesses dois caracteres no procedimento de

seleção genealógica modificado, produzindo reduções apenas no período de florescimento no método SSD modificado. A ausência do progresso da geração F_3 para F_4 , em relação ao caráter estatura de planta, pode ser explicada através da interação entre procedimento de seleção e avanço de gerações. É possível que a forte pressão de seleção sobre o caráter estatura de planta (exercida em F_2) tenha inviabilizado a continuidade de redução do porte das plantas com o avanço de gerações.

TABELA 3. Médias dos caracteres período de florescimento (dias) e estatura de planta (cm) de duas gerações de trigo (F_3 e F_4) submetidas a dois procedimentos de seleção (SSD e genealógico modificado)¹.

Método	Per. de florescimento		Estatura de planta	
	F_3	F_4	F_3	F_4
SSD	82,02 aA	80,50 aB	92,52 aA	94,73 aA
Genealógico	79,66 bA	78,84 bA	91,02 aA	89,45 bA
DMS 5%		1,31		3,70
Médias padrões		85,12		93,09

¹Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e de maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de DMS ($p > 0,05$).

Os resultados da interação população x métodos de seleção (Tabela 4) salientaram variações dos caracteres período de florescimento, estatura de planta e rendimento de grãos. Comparando os procedimentos dentro de cada população, foram observadas reduções quanto ao período de florescimento nas populações 1, 3, 4, 6, 7 e 8, a favor do procedimento genealógico modificado, o qual decresceu o ciclo das plantas na maioria das populações. Porém, a população 2, no mesmo caráter, revelou médias semelhantes nos dois procedimentos, enquanto a população 5 foi significativamente inferior no SSD. Analisando as populações dentro de procedimentos, quanto ao período de florescimento, ocorreram diferenças significativas entre as médias produzidas pelos dois métodos de seleção, ressaltando-se as populações 1 e 8, as quais produziram os maiores decréscimos quanto ao ciclo sob efeito de ambos os procedimentos de seleção em relação aos padrões. No caráter estatura de planta, quando analisados os procedimentos dentro de cada população, houve diferenças significativas na redução do caráter porte de planta sob efeito do procedimento de seleção genealógico modificado, nas populações 1, 2, 3, 5 e 8; contudo, surgiram resultados semelhantes nos dois métodos de seleção nas demais populações. No mesmo aspecto, relacionado com estatura de planta, os resultados das médias (Tabela 4) indicam diferenças significativas nas populações estudadas sob o método de seleção aplicado, com destaque para as populações 1, 2, 3, 5 e 8. Quanto ao rendimento de grãos, houve destaque para a população 3, sob efeito do procedimento de seleção SSD modificado. Quando analisado o efeito dos procedimentos de seleção dentro de cada população, os resultados evidenciaram acréscimos nos valores médios a favor do procedimento genealógico modificado nas populações 6 e 7. Comparando as médias das populações segregantes com as médias dos padrões do experimento (Tabela 4), é possível verificar uma redução nas médias dos caracteres florescimento, estatura de planta e rendimento de grãos, sob efeito dos dois procedimentos de seleção. As populações 3 e 1 produziram as menores médias quanto a período de florescimento, com uma redução de 13% em relação aos padrões. Em estatura de planta, as populações 3, 8, 2 e 1 revelaram os maiores decréscimos quanto a porte de planta, com 8% a menos do que a média dos padrões. Foram constatadas diferenças quanto aos procedimentos de seleção utilizados (Tabela 4), onde o sistema genealógico foi superior ao SSD nos caracteres selecionados de forma direta (período de florescimento e estatura de planta). A pressão de seleção exercida fortemente sobre as populações permitiu que no procedimento genealógico fossem identificados os indivíduos com constituições genéticas superiores. Entretanto, não auxiliou o progresso do caráter rendimento de grãos, caracterizando que as plantas de menor porte e maior precocidade não possuíam potencial de rendimento superior em relação àquelas não selecionadas.

TABELA 4. Médias dos caracteres período de florescimento (dias), estatura de planta (cm) e rendimento de grãos (kg/ha) de oito populações de trigo submetidas a dois procedimentos de seleção - SSD e genealógico modificado (PG)¹.

População	Florescimento		Estatura de planta		Rendimento de grãos	
	SSD	PG	SSD	PG	SSD	PG
1	77,87 a	73,87 b	99,62 a	85,37 b	2242 a	2186 a
2	79,00 a	77,87 a	88,50 a	85,12 b	1967 a	2188 a
3	82,37 a	73,67 b	87,62 a	85,00 b	2493 a	2179 b
4	82,62 a	76,75 b	91,62 a	90,25 a	2183 a	2239 a
5	78,12 b	79,37 a	94,37 a	88,12 b	2046 a	2239 a
6	81,00 a	78,62 b	97,25 a	96,37 a	1979 b	2254 a
7	83,25 a	80,87 b	99,00 a	99,00 a	2176 b	2439 a
8	76,50 a	74,12 b	91,50 a	85,12 b	2159 a	2349 a
DMS 5%	0,96	0,93	2,87	2,37	239,5	201,1
Média dos padrões	85,12		93,09		2487	

¹ Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de DMS ($P > 0,05$).

O efeito da interação população x geração (Tabela 5) evidenciou diferenças nos caracteres período de florescimento, estatura de planta e rendimento de grãos. O avanço das gerações permitiu detectar decréscimos no período de florescimento, principalmente nas populações 1, 2, 3, 4, 5 e 8. Isto não ocorreu relativamente à estatura de planta; nesse caráter as populações 2, 3 e 8 produziram os menores valores médios. Com relação ao caráter rendimento de grãos, o avanço das gerações permitiu acréscimos na produtividade de grãos nas populações 1, 2, 5, 7 e 8 (Tabela 5). Na comparação dos valores médios das populações e padrões sob efeito do avanço de gerações, foi verificado que o caráter período de florescimento sofreu uma redução de ciclo em todas as populações, com destaque para a população 1, com menor média, que apresentou decréscimo de 14% em relação aos padrões. Quanto à estatura de planta, seis das oito populações revelaram valores médios menores do que a média dos padrões (93 cm), salientando-se a população 3 com a menor média (86 cm). O caráter rendimento de grãos das populações 7 e 8 apresentou médias superiores em 5% e 2%, respectivamente, em relação à média dos padrões calculados para este caráter (Tabela 5). A análise dos efeitos médios de populações, em relação aos diferentes caracteres, possibilitou a constatação da existência de comportamentos diferenciados, entre as populações, em todos os caracteres avaliados (Tabela 5). Os genitores PF88455 e PF869120 são possuidores de uma alta capacidade combinatória, refletida na expressão de seus caracteres nas progênes onde estavam incluídos. Esta capacidade combinatória é a grande responsável pelo surgimento de um expressivo número de progênes com constituições genéticas desejáveis pelo melhorista. O efeito de populações revelou ser de importância fundamental (Tabela 1), por determinar expressiva manifestação de todos os caracteres analisados. Portanto, entre os fatores que possivelmente tenham contribuído para a diversificação de resultados, deverá ser incluída a existência de boa capacidade combinatória entre alguns dos genitores utilizados, permitindo o surgimento de indivíduos com potencial genético superior, provenientes de combinações também superiores, tanto em caracteres quantitativos como qualitativos (Tabela 5). Além disso, a diferença genética existente entre genitores parece ter sido outro fator básico para evidenciar a diferenciação na resposta dos três caracteres analisados, fato este expresso por uma variabilidade nas respostas dentro das populações.

TABELA 5. Médias do período de florescimento (dias), estatura de planta (cm) e rendimento de grãos (kg/ha) em oito populações de trigo, em duas gerações (F₃ e F₄)¹.

População	Florescimento (dias)		Estatura de planta (cm)		Rend. de grãos (kg/ha)	
	F ₃	F ₄	F ₃	F ₄	F ₃	F ₄
1	78,75 A	73,50 B	93,50 A	91,50 A	2060 B	2367 A
2	79,25 A	77,62 B	87,25 A	86,37 A	1925 B	2231 A
3	79,37 A	75,62 B	86,75 A	85,87 A	2343 A	2329 A
4	82,12 A	77,25 B	91,62 A	90,25 A	2077 A	2298 A
5	79,12 A	78,37 B	90,62 A	91,87 A	1992 B	2293 A
6	79,00 A	80,62 A	94,50 A	99,12 A	2010 A	2223 A
7	81,75 A	82,37 A	97,75 A	100,25 A	1983 B	2633 A
8	76,12 A	74,50 B	89,12 A	87,50 A	1964 B	2544 A

DMS 5%	1,03	0,82	2,97	2,27	202,4	239,1
Média dos padrões	85,12		93,09		2487	

¹ Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de DMS (P>0,05).

O avanço nas gerações (Tabela 6) proporcionou reduções significativas no florescimento (pelo método SSD) e pequenas diferenças na estatura; além disso, foram detectadas modificações no rendimento de grãos pelo método genealógico, com diferenças significantes entre F₃ e F₄. O procedimento de seleção genealógico modificado determinou valores superiores quanto a rendimento de grãos, além de apresentar os menores valores médios nos caracteres, período de florescimento e estatura de planta. O procedimento SSD modificado revelou uma reduzida eficiência na maioria das características observadas. A análise dos resultados incluídos na Tabela 6, onde os procedimentos de seleção foram considerados independentemente, mostra diferenças significativamente superiores no método genealógico. A possível superioridade do mecanismo de seleção genealógico sobre o SSD está fundamentada no possível estreitamento da variabilidade genética dos caracteres período de florescimento e estatura de planta (Carvalho et al., 1980). Os dois caracteres estudados permitem detectar progressos genéticos nas progênes derivadas de plantas selecionadas individualmente, com a modificação no número de gerações, revelando que a seleção aplicada em gerações com alta frequência de heterozigotos pode favorecer a identificação de genótipos superiores quanto ao caráter desejado; porém, o melhorista deve ter uma boa capacidade para identificar esses genótipos em gerações de alta frequência de heterozigose. O avanço de gerações de F₃ para F₄ determina uma redução drástica na frequência de heterozigotos, favorecendo de forma direta o progresso dos caracteres adaptativos, como período de florescimento e estatura de planta, e como consequência poderá afetar o caráter rendimento de grãos. Entretanto, o progresso com o avanço de gerações somente foi detectado para precocidade (SSD) e rendimento de grãos (genealógico) (Tabela 6). Uma das prováveis explicações para ausência de progresso na redução do caráter estatura de planta da geração F₃ para F₄ poderá estar apoiada no fato de não ter ocorrido pressão de seleção da geração F₃ para F₄ (só houve seleção na F₂), e também em virtude da pequena variabilidade existente nas populações avaliadas. As diferenças obtidas entre gerações nos caracteres período de florescimento e rendimento de grãos (Tabela 6) evidenciaram modificações reduzidas e só foram detectadas, possivelmente, pela adequação em número e tamanho de amostras, aferidas para esses caracteres no experimento, conforme sugeriram Cochran & Cox (1965). A ausência de maior efeito de gerações provavelmente esteja relacionada com a reduzida diferença entre o pequeno número de gerações com relação à variabilidade genética.

TABELA 6. Médias de três caracteres computados nos procedimentos de seleção SSD e genealógico modificado, nas gerações F₃ e F₄¹.

Método (modificado) e geração	Florescimento (dias)	Estatura (cm)	Rendimento (kg/ha)
SSD (F ₃)	81,50 a	92,34 ab	2024 b
SSD (F ₄)	78,69 b	95,03 a	2288 ab
Genealógico (F ₃)	77,25 c	90,44 bc	2065 b
Genealógico (F ₄)	76,28 c	88,16 c	2442 a

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de DMS (p>0,05).

A análise através dos coeficientes de correlação fenotípica (Tabela 7) evidenciou uma associação entre os caracteres. O caráter rendimento de grãos apresentou correlações significativas com o período de florescimento e a estatura de planta. O período de florescimento esteve correlacionado à estatura de planta (r = 0,37). As correlações fenotípicas determinadas nos caracteres analisados demonstraram que período de florescimento e estatura de planta não foram de elevada importância na determinação do rendimento final de grãos (Tabela 7). Baixos coeficientes positivos de correlação fenotípica entre esses caracteres foram observados. As correlações positivas também não expressaram claramente um valor que sirva como base para critério de seleção, provavelmente pelos valores expressos em graus de correlação.

TABELA 7. Coeficientes de correlação fenotípica (r) computados entre os três caracteres observados no experimento.

Caráter	Florescimento (dias)	Estatura de planta (cm)
Rendimento de grãos (kg/ha)	0,250**	0,152*
Florescimento (dias)		0,371**

* Significativo a 5% de probabilidade.

** Significativo a 1% de probabilidade.

A decomposição da variância fenotípica demonstrou elevados valores da variância em consequência do genótipo, nos caracteres período de florescimento e estatura de planta (Tabela 8). A variância apresentou valor alto no caráter rendimento de grãos, por causa do efeito de ambiente. Os resultados obtidos nos valores de herdabilidade foram muito variáveis nos caracteres analisados (Tabela 8); esses variaram de 0,24 a 0,75 em rendimento de grãos, período de florescimento e estatura de planta. As estimativas da herdabilidade no sentido amplo (Tabela 8) foram, de modo geral, muito variáveis, correspondendo a valores elevados em estatura de planta e período de florescimento. Esses valores têm por base a grande participação dos efeitos genéticos na variação fenotípica. Conseqüentemente, eles confirmam que caracteres controlados por pequeno número de genes independentes, como período de florescimento e estatura de planta, têm uma herança simples e de relativa facilidade na manipulação por meio da seleção e do avanço nas gerações, desde que exista variabilidade genética suficiente.

TABELA 8. Variância genética (VG), variância do ambiente (Ve) e variância fenotípica (VP) e herdabilidade no sentido amplo (h²a) em três caracteres observados.

Caráter	VG	Ve	VP	h ² a
Período de florescimento	4,81	0,03	10,47	0,45
Estatura de planta	20,22	0,48	27,07	0,75
Rendimento de grãos	5944,31	2374,94	24900,62	0,24

De uma forma geral, os procedimentos de seleção utilizados na geração F₂, testados em F₃ e F₄ nos caracteres período de florescimento, estatura de planta, e rendimento de grãos, demonstraram uma forte evidência de que o uso do método de seleção genealógico, com base em aferições quantitativas, com posteriores modificações, contribuiu de forma direta para a redução do ciclo e do porte das plantas de trigo, na maioria das populações selecionadas.

CONCLUSÕES

1. Quando se utiliza seleção para período de florescimento e estatura de planta, não são observados efeitos indiretos sobre o rendimento final de grãos de trigo.
2. Mediante uso do procedimento de seleção genealógico, é possível modificar os caracteres adaptativos nas populações segregantes.

REFERÊNCIAS

ALARCON, E. **Studies of general and specific combining ability in wheat (*Triticum aestivum* L.)**. Lincoln, USA: Univ. Nebr., 1979. 140p. Ph.D. Thesis.

- BOROJEVIC, S.; POTOCANAC, J. The development of the Yugoslav programme for creating high-yielding wheat varieties. In: **THE YUGOSLAV SYMPOSIUM ON RESEARCH IN WHEAT. Proceedings...** 1966, Novi Sad: University of Novi Sad, 1966. p.7-35.
- BRASIL. Secretaria do Planejamento. **Levantamento dos recursos naturais**. Rio de Janeiro, 1986. v.32, f.SH 21 (Uruguaiana), f.SJ 22 (Porto Alegre), f.SI 22 (Lagoa Mirim).
- BRIM, C.A. Wheat, rust, and people. **Phytopathology**, Massachusetts, v.55, p.1088-1098, 1966.
- BYRON, D.F.; ORF, J.H. Comparison of the three selection procedures for development of early-maturing soybean lines. **Crop Science**, Madison, v.31, p.656-660, 1991.
- CARVALHO F.I.F.; UITDEWLLIGEN, W.P.M.; FEDERIZZI, L.C.; GOMES, E.P.; PFEIFER, A.B.; MATOS, M.A.O. Herdabilidade do caráter estatura de planta de trigo, estimada através do coeficiente de regressão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.5, p.533-541, 1980.
- COCHRAN, W.G.; COX, G.M. **Diseños experimentales**. México: A.I.D, 1965. 661p.
- FASOULAS, A. **A new approach to breeding superior yielding varieties**. Thessoloniki: Dep. of Genet. of Plant Breed. Arist. Univ. of Thessal, 1973. 41p. (Bulletin, 3).
- FERREIRA FILHO, A.W.P. **Mecanismos de seleção e seus efeitos em populações de trigo com diferentes níveis de segregação**. Porto Alegre: Fac. Agron., UFRGS, 1985. 85p. Dissertação de Mestrado.
- 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: Fac. Agron., UFRGS, 1982. 135p. Dissertação de Mestrado.
- KHALIFA, M.A.; QUALSET, C.O. Intergenotypic competition between tall and dwarf wheats. II. In hybrid bulks. **Crop Science**, Madison, v.15, p.640-644, 1975
- KNOTT, D.R. Selection for yield in wheat breeding. **Euphytica**, Wageningen, v.28, p.37-40, 1979.
- NASS, H.G. Selecting superior spring wheat crosses in early generations. **Euphytica**, Wageningen, v.28, p.161-167, 1979.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**. 2.ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 633p.