

SELEÇÃO MASSAL ESTRATIFICADA EM GIRASSOL EM DIFERENTES CONDIÇÕES AMBIENTAIS¹

MAURO TELLI², LUIZ CARLOS FEDERIZZI³, FERNANDO I.F. DE CARVALHO³ e CLAUDIA E. LANGE²

RESUMO - Uma cultivar de polinização aberta de girassol (*Helianthus annuus* L.) foi submetida à seleção massal estratificada, em duas épocas de semeadura sucessivas, com o objetivo principal de avaliar o progresso genético obtido com a realização de dois ciclos de seleção por ano agrícola, incluindo um ciclo em condições de estresse. A seleção foi realizada apenas no ambiente favorável (primavera), onde é realizado o plantio comercial, apenas no ambiente desfavorável (verão), ou continuamente nos dois ambientes. Os critérios de seleção foram redução do ciclo, com maior ênfase, redução da estatura, e aumento no rendimento de aquênios. No teste feito no ambiente favorável, a seleção realizada apenas na primavera foi superior à realizada apenas no verão. A seleção contínua permitiu ganhos superiores aos obtidos com os demais tipos de seleção na redução do ciclo e estatura, mas resultou em diminuições mais acentuadas no rendimento.

Termos para indexação: cultivar polinizada, polinização aberta, progresso genético, estresse.

STRATIFIED MASS SELECTION IN SUNFLOWER IN DIFFERENT ENVIRONMENTAL CONDITIONS

ABSTRACT - An open pollinated cultivar of sunflower (*Helianthus annuus* L.) was mass selected in two successive growing seasons with the main objective of evaluating the genetic progress obtained with two cycles of selection per year involving one cycle in stress conditions. Selection was performed in the favorable environment only (spring), where sunflower is grown commercially, in the unfavorable environment only (summer), or continuously in both environments. The selection criteria were reduction of cycle and plant height and improvement of achene yield, with more emphasis given to cycle reduction. Tested in the favorable environment, spring selections were superior to Summer selections. The continuous selection was superior to both others in cycle and plant height reduction, but resulted in higher yield reductions.

Index terms: pollinated cultivar, open pollination, genetic progress, stress.

INTRODUÇÃO

A seleção massal tem-se mostrado eficiente no melhoramento de populações de várias espécies, mas

os progressos genéticos obtidos quanto a caracteres com baixa herdabilidade têm sido limitados. Entretanto, progressos significativos foram obtidos pela estratificação do ambiente, mesmo tratando-se de caracteres como, por exemplo, rendimento de grãos (Gardner, 1961).

Segundo Hammond (1947), os maiores ganhos com a seleção seriam obtidos em condições de ambiente ótimas, em que seria maximizada a expressão dos genes favoráveis. No entanto, o desempenho em dado ambiente pode não ter as mesmas bases genéticas do desempenho em outro, e, por consequência, um genótipo superior em uma condição ambiental podendo ser superior em outra.

¹ Aceito para publicação em 18 de janeiro de 1996.
Extraído da Dissertação de Mestrado do primeiro autor.

² Eng. Agr., M.Sc., Dep. de Plantas de Lavoura, Fac. de Agron. da Univ. Fed. do Rio Grande do Sul (UFRGS), Caixa Postal 776, CEP 90001-970 Porto Alegre, RS.

³ Eng. Agr., Ph.D., Prof., Fac. de Agron. da UFRGS. Bolsista do CNPq.

Para Falconer (1952), a resposta à seleção nos diferentes ambientes depende da herdabilidade, da intensidade de seleção e da correlação genética entre os dois ambientes.

As conseqüências teóricas da seleção em condições de estresse e não-estresse foram examinadas por Rosielle & Hamblin (1981), a partir das variâncias e correlações genéticas entre o ambiente de estresse e não-estresse.

Estes autores concluíram que a seleção com vistas à tolerância ao estresse teoricamente levaria a um decréscimo de rendimento no ambiente favorável, pois na maioria dos casos a correlação entre tolerância e rendimento naquele ambiente é negativa.

A herdabilidade ou a variância genética têm sido utilizadas como base de comparação entre os ambientes de seleção (Johnson & Frey, 1967; Byth et al., 1969; Rumbaugh et al., 1984). Aumentos na herdabilidade e na variação genética têm sido observados com a diminuição do nível de estresse do ambiente (Frey, 1964; Byth et al., 1969; Pfeiffer, 1987; Brun & Dudley, 1989; Atlin & Frey, 1990). Contudo, a resposta à seleção nem sempre foi superior no ambiente favorável, devido aos aumentos ocorridos na variância ambiental (Johnson & Frey, 1967).

Nas situações em que os ambientes de seleção correspondem a duas épocas de semeadura sucessivas, pode ser vantajoso selecionar continuamente nos dois ambientes, mesmo que em uma das épocas o desempenho dos genótipos seja superior ao de outra. A seleção com vistas à prolificidade e ao rendimento de grãos, em milho, quando realizada continuamente, revelou vantagens significativas sobre a seleção em qualquer dos ambientes isoladamente (Arboleda-Rivera & Compton, 1974).

Este trabalho foi realizado com os objetivos de: a) avaliar o progresso genético obtido pela realização de dois ciclos de seleção artificial por ano agrícola, envolvendo um ciclo em condições de estresse; b) determinar o efeito do ambiente de seleção sobre o progresso genético de diferentes caracteres de uma população de girassol submetida à seleção massal estratificada.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Estação Experimental Agrônômica da Faculdade de Agronomia da UFRGS, localizada no município de Eldorado do Sul, RS, e pertencente à Região Fisiográfica da Depressão Central. A população original, uma cultivar de polinização aberta, denominada Issanka, foi submetida à seleção em duas condições ambientais distintas a cada ano. A condição ambiental favorável ao desenvolvimento da cultura corresponde às semeaduras realizadas em agosto, dentro da época recomendada de semeadura. A condição ambiental desfavorável ou de estresse corresponde às semeaduras realizadas em dezembro, após a época recomendada. Os ambientes favorável e desfavorável foram denominados de ambientes A e B, respectivamente.

As semeaduras foram realizadas em 11/8/88, 22/12/88, 17/8/89, 14/12/89 nos anos de seleção e em 9/8/90 e 19/12/90 no ano de teste. O espaçamento utilizado foi o de 0,8 m entre linhas e 0,25 m entre plantas, correspondendo a 50.000 plantas por hectare.

A seleção aplicada na população original produziu três subpopulações: SEL-A, selecionada apenas no ambiente A; SEL-B, selecionada apenas no ambiente B, e SEL-AB, selecionada continuamente nos dois ambientes. Na primavera de 1988 foi semeada a população original, e a progênie resultante da seleção realizada naquela população foi denominada de SEL-A1. SEL-A1 foi semeada na primavera de 1989, e a progênie resultante da seleção aplicada sobre SEL-A1 foi denominada de SEL-A2. SEL-B e SEL-AB foram conduzidas de maneira análoga, resultando em dois ciclos de seleção no ambiente B para SEL-B e quatro ciclos de seleção nos dois ambientes para SEL-AB.

Em cada ciclo de seleção, as subpopulações foram estratificadas em 200 estratos de 16 plantas e submetidas à seleção massal fenotípica. No início da antese (estádio R5 da escala de Schneiter & Miller, 1981), foram selecionadas as quatro plantas mais precoces de cada estrato (em número de dias da semeadura até R5), e dentre estas, as duas de menor estatura. Após a colheita, foi retida, com vistas ao avanço de gerações, a planta de maior rendimento de aquênios entre as duas restantes. Cada capítulo forneceu um número igual de sementes, que foram misturadas e armazenadas em câmara fria a 10 °C até o próximo plantio. As sementes não utilizadas foram mantidas como reserva.

Os testes foram realizados nos dois ambientes, durante o terceiro ano do experimento. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco repetições. Cada parcela foi formada por quatro linhas de

6 m de comprimento, tendo como bordadura as duas linhas laterais, e 0,5 m no extremo de cada linha. A distância entre linhas foi de 0,8 m, e entre plantas, de 0,25 m, totalizando 50.000 plantas/ha. Em cada teste foram incluídos oito tratamentos: a população original, a progênie resultante de cada ciclo de seleção no ambiente A (SEL-A1 e SEL-A2), a progênie resultante de cada ciclo de seleção no ambiente B (SEL-B1 e SEL-B2), e a progênie resultante de cada ciclo de seleção contínua (SEL-AB1, SEL-AB2, SEL-AB3 e SEL-AB4).

As determinações foram realizadas sobre cada planta individual. A duração dos subperíodos de desenvolvimento foi determinada através da escala de Schneiter & Miller (1981). Os estádios determinados foram R1 e R5. A estatura foi determinada a partir do estádio R5, medindo o comprimento do caule (entre o chão e a inserção do caule no capítulo). O rendimento de aquênios foi determinado pela pesagem dos grãos de cada capítulo individual e pela transformação em kg/ha.

As análises estatísticas foram baseadas no método dos quadrados mínimos, e foram realizadas separadamente em relação a cada carácter. Os ganhos por ciclo de seleção foram estimados separadamente em cada ambiente de seleção, pela análise de regressão linear das médias de parcelas dos tratamentos (ciclos de seleção) sobre o número de ciclos de seleção realizados.

Os ganhos obtidos pelas subpopulações selecionadas no próprio ambiente em que foram testadas foram denominados de "resposta direta à seleção", e os ganhos obtidos pelas subpopulações que não foram selecionadas no mesmo ambiente em que foram testadas foram denominados de "resposta indireta ou correlacionada".

As correlações fenotípicas entre os caracteres foram estimadas pelos dados de cada planta individual.

A herdabilidade realizada foi calculada apenas em relação ao carácter número de dias da sementeira até R5, pois tal estimativa não pode ser obtida de caracteres que não foram diretamente selecionados (Falconer, 1981). A herdabilidade realizada foi calculada segundo Falconer (1981), como a proporção do diferencial de seleção (S), que foi efetivamente transformada em resposta observada (R); a intensidade de seleção utilizada foi de 15,5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ciclo total, medido da sementeira até a maturação fisiológica, foi reduzido significativamente no ambiente A, pela seleção direta e pela seleção contínua. A seleção realizada exclusivamente no verão não reduziu significativamente o ciclo total

no ambiente A. No ambiente B, a resposta à seleção massal foi significativa apenas para a seleção contínua (Tabela 1).

A seleção direta no ambiente A reduziu o intervalo sementeira-R9 em -3,0% a cada ciclo de seleção, e a seleção contínua, em -2,3%. Porém, a redução total obtida com a seleção contínua foi maior, superando a obtida com a seleção direta (-9,2% e -6,0%, respectivamente). No ambiente B, a seleção contínua reduziu o ciclo total em -1,2% a cada ciclo de seleção e resultou em ganhos totais de -4,8%.

A seleção massal reduziu significativamente a estatura, em todos os casos, independentemente do ambiente de seleção ou de teste (Tabela 2).

No ambiente A, a seleção direta produziu os maiores ganhos por ciclo (-10,6%), seguida da seleção contínua (-8,2%) e da seleção indireta (-4,0%). Os maiores ganhos totais foram obtidos com a seleção contínua (-32,8%), seguida da seleção direta (-21,2%) e indireta (-8,0%).

No ambiente B, os maiores ganhos por ciclo resultaram da seleção direta (-9,7%), seguida da seleção indireta (-7,0%) e contínua (-5,1%). A seleção contínua e a seleção direta tiveram ganhos totais muito próximos (-20,4% e -19,4%, respectivamente). Os menores ganhos totais foram obtidos através da seleção indireta (-14,0%).

A seleção direta e a seleção contínua resultaram em diminuição significativa no rendimento de aquênios nos dois ambientes de teste. A seleção indireta não reduziu significativamente o rendimento em nenhum dos ambientes (Tabela 3).

A diminuição observada no rendimento, por dia, de redução no ciclo total e por centímetro de redução na estatura, encontra-se na Tabela 4. No ambiente A, a seleção direta permitiu reduzir o ciclo total, diminuindo proporcionalmente menos o rendimento do que a seleção contínua (-34 kg/ha/dia e -48 kg/ha/dia, respectivamente).

No ambiente B, a seleção contínua diminuiu o rendimento em 110 kg/ha a cada dia de redução no ciclo total. A seleção contínua reduziu o rendimento proporcionalmente mais que a seleção direta por centímetro de redução na estatura, nos dois ambientes. No ambiente A, as reduções foram de 12,1 kg/ha e 8,3 kg/ha, respectivamente, e no ambiente B, as reduções foram de 25,0 kg/ha e

TABELA 1. Número de dias da semeadura até o estágio R9, na população original, e ganho estimado, por ciclo, e total, com a seleção direta, indireta e contínua nos dois ambientes de teste, em número de dias e em percentagem da população original. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1990/91.

População	Ambiente de teste							
	Favorável (A)				Desfavorável (B)			
	Por ciclo		Total		Por ciclo		Total	
	Dias	%	Dias	%	Dias	%	Dias	%
Issanka	115,0	100,0	115,0	100,0	84,8	100,0	84,8	100,0
SEL-A	-3,4**	-3,0	-6,8	-6,0	-0,3	-0,3	-0,6	-0,6
SEL-B	-0,6	-0,5	-1,2	-1,0	0,3	0,3	0,6	0,6
SEL-AB	-2,7**	-2,3	-10,8	-9,2	-1,0**	-1,2	-4,0	-4,8

** Coeficiente de regressão linear significativo a 1% de probabilidade.

TABELA 2. Estatura de planta na população original, e ganho estimado, por ciclo, e total, com a seleção direta, indireta e contínua nos dois ambientes de teste, em centímetros e em percentagem da população original. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1990/91.

População	Ambiente de teste							
	Favorável (A)				Desfavorável (B)			
	Por ciclo		Total		Por ciclo		Total	
	cm	%	cm	%	cm	%	cm	%
Issanka	131,1	100,0	131,1	100,0	85,7	100,0	85,7	100,0
SEL-A	-13,9**	-10,6	-27,8	-21,2	-6,0*	-7,0	-12,0	-14,0
SEL-B	-5,2*	-4,0	-10,4	-8,0	-8,3**	-9,7	-16,6	-19,4
SEL-AB	-10,7**	-8,2	-42,8	-32,8	-4,4**	-5,1	-17,6	-20,4

* Coeficiente de regressão linear significativo a 5% de probabilidade.

** Coeficiente de regressão linear significativo a 1% de probabilidade.

TABELA 3. Rendimento de aquênios na população original e ganho estimado, por ciclo, e total, com a seleção direta, indireta e contínua, nos dois ambientes de teste, em quilogramas por hectare e em percentagem da população original. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1990/91.

População	Ambiente de teste							
	Favorável (A)				Desfavorável (B)			
	Por ciclo		Total		Por ciclo		Total	
	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
Issanka	1225	100,0	1225	100,0	1275	100,0	1275	100,0
SEL-A	-115*	-9,4	-230	-18,8	-165	-12,9	-330	-25,8
SEL-B	-40	-3,3	-80	-6,6	-180*	-14,1	-360	-28,2
SEL-AB	-130**	-10,6	-520	-42,4	-110**	-8,6	-440	-34,4

* Coeficiente de regressão linear significativo a 5% de probabilidade.

** Coeficiente de regressão linear significativo a 1% de probabilidade.

TABELA 4. Variação no rendimento de aquênios por dia de redução no ciclo total, e por centímetro de redução na estatura. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1990/91.

População	Variação por dia (kg/ha/dia)		Variação por cm (kg/ha/cm)	
	Ambiente A*	Ambiente B	Ambiente A	Ambiente B
SEL-A	-34	-550	-8,3	-27,5
SEL-B	-67	--- ¹	-7,7	-21,7
SEL-AB	-48	-110	-12,1	-25,0

¹ Não houve redução no ciclo total.

* Ambiente A favorável.
Ambiente B desfavorável.

21,7 kg/ha, respectivamente. As demais comparações envolveram respostas estatisticamente não-significativas.

A herdabilidade realizada foi estimada apenas quanto ao carácter número de dias da sementeira até R5. A herdabilidade estimada em relação ao ambiente A foi de 0,61, e em relação ao ambiente B, foi de -0,04.

As correlações fenotípicas entre os caracteres relacionados com a duração do ciclo, e destes com o carácter estatura foram altas e positivas no ambiente A. O rendimento de aquênios teve correlações intermediárias e positivas com todos os caracteres neste ambiente (Tabela 5).

No ambiente B, as correlações entre os caracteres relacionados com o ciclo mantiveram-se altas e positivas. A estatura teve correlação alta e positiva com o rendimento de aquênios (0,7173), e correlações baixas e positivas com os demais caracteres. O rendimento de aquênios teve correlações baixas com todos os caracteres, exceto com a estatura (Tabela 6).

As médias e desvios-padrão fenotípicos medidos nos ambientes A e B encontram-se nas Tabelas 7 e 8, respectivamente.

As médias e desvios-padrão fenotípicos foram maiores no ambiente A em relação a todos os caracteres, exceto em relação ao rendimento de aquênios.

O desvio-padrão fenotípico dos caracteres relacionados com a duração do ciclo não diminuiu com a seleção, exceto após o quarto ciclo de seleção contínua no ambiente B. Os desvios mantiveram-se

iguais ou superiores aos da população original, mesmo nos casos em que houve diminuição nas médias. Quanto aos caracteres estatura e rendimento de aquênios, os desvios diminuíram a partir do primeiro ou do segundo ciclo de seleção, acompanhando, de maneira geral, as reduções nas médias.

Os resultados obtidos por diversos autores sugerem que o desenvolvimento de variedades com vistas ao cultivo em ambientes favoráveis deve ser realizado preferencialmente num ambiente semelhante àquele em que se dará o cultivo (Quisenberry et al., 1980; Sanford & Matzinger, 1983; Brun & Dudley, 1989; Johnson & Geadelmann, 1989; Atlin & Frey, 1990). A herdabilidade e as variâncias genéticas são geralmente maiores nessas condições, e contribuem para a superioridade da seleção direta nos ambientes favoráveis. Os dados obtidos neste trabalho quanto aos caracteres relacionados com a duração do ciclo suportam estes resultados, o que sugere que a seleção com vistas a precocidade deve ser realizada preferencialmente na primavera, na Depressão Central do Rio Grande do Sul.

A superioridade da seleção direta relativa ao ciclo no ambiente A é, provavelmente, decorrente das maiores variâncias e herdabilidade em relação ao ambiente B.

A variância fenotípica disponível referente a seleção foi maior na primavera (Tabelas 7 e 8), e grande parte desta variância teve origem genética, conforme indica a estimativa de herdabilidade realizada quanto ao carácter número de dias até R5 no ambiente A (0,61). Já a estimativa da herdabilidade realizada no tocante ao ambiente de stress (-0,04) sugere que praticamente toda a variância fenotípica naquele ambiente tem origem ambiental, o que justifica a ausência de resposta nas seleções de verão.

Quando a seleção foi realizada continuamente nos dois ambientes, o ganho total obtido na redução do ciclo foi significativamente maior do que o obtido com a seleção apenas no ambiente favorável (Tabela 1); isto revela que a inclusão de um ciclo adicional de seleção no ambiente de estresse foi vantajosa, mesmo que os ganhos naquela condição tenham sido menores. Arboleda-Rivera & Compton (1974) chegaram a um resultado semelhante, selecionando com vistas a prolificidade em milho, mas não encontraram vantagem na seleção contínua quando selecionaram visando ao rendimento de grãos.

TABELA 5. Correlações fenotípicas entre os caracteres medidos no ambiente favorável (A). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1990/91.

	Semeadura-R1	Semeadura-R5	Semeadura-R9	Estatura
Semeadura-R5	0,9678**			
Semeadura-R9	0,7015**	0,7274**		
Estatura	0,8007**	0,8205**	0,6752**	
Rendimento de aquênios	0,4195**	0,4129**	0,5967**	0,5753**

** Coeficiente de correlação linear significativo a 1% de probabilidade.

TABELA 6. Correlações fenotípicas entre os caracteres medidos no ambiente no ambiente desfavorável (B). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1990/91.

	Semeadura-R1	Semeadura-R5	Semeadura-R9	Estatura
Semeadura-R5	0,9451**			
Semeadura-R9	0,6788**	0,7202**		
Estatura	0,0671**	0,1248**	0,3099**	
Rendimento de aquênios	-0,1812**	-0,1465**	0,1752**	0,7173**

** Coeficiente de correlação linear significativo a 1% de probabilidade.

TABELA 7. Médias e desvios-padrão fenotípicos medidos no ambiente favorável (A). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1990/91.

População	Carácter				
	Semeadura-R1 (dias)	Semeadura-R5 (dias)	Semeadura-R9 (dias)	Estatura (cm)	Rendimento de aquênios (kg/ha)
Issanka	56,4 ± 3,3	79,8 ± 3,6	115,0 ± 6,0	131,1 ± 18,1	1225 ± 635
SEL-A1	55,1 ± 4,0	77,8 ± 4,0	112,3 ± 6,7	121,0 ± 18,6	1165 ± 580
SEL-A2	50,4 ± 4,4	72,8 ± 4,0	108,1 ± 6,2	103,2 ± 15,8	995 ± 565
SEL-B1	57,3 ± 3,4	80,3 ± 3,7	115,1 ± 6,1	132,2 ± 16,4	1275 ± 635
SEL-B2	55,7 ± 4,6	78,4 ± 4,5	113,5 ± 6,9	121,1 ± 19,5	1100 ± 605
SEL-AB1	55,1 ± 4,0	77,8 ± 4,0	112,3 ± 6,7	121,0 ± 18,6	1165 ± 580
SEL-AB2	53,8 ± 5,2	76,7 ± 5,1	111,9 ± 7,1	115,8 ± 19,8	1085 ± 635
SEL-AB3	47,9 ± 5,1	71,1 ± 4,9	106,1 ± 6,6	97,4 ± 16,6	900 ± 535
SEL-AB4	46,0 ± 4,4	68,7 ± 4,5	104,3 ± 7,1	88,7 ± 14,3	690 ± 400

No ambiente B, as seleções direta e indireta não causaram reduções significativas no ciclo total, tendo apenas a seleção contínua apresentado resposta significativa (Tabela 1), o que demonstra que a seleção contínua com vistas ao carácter no ambiente de estresse é vantajosa em relação à seleção em único ambiente.

O carácter estatura da planta teve respostas bastante distintas das observadas na redução do ciclo total. Embora as variâncias fenotípicas da estatura também tenham sido menores no ambiente B (Tabelas 7 e 8), as seleções realizadas naquele ambiente resultaram em ganhos altos e significativos, ao contrário do que foi observado quanto ao ciclo (Tabelas 1 e 2).

TABELA 8. Médias e desvios-padrão fenotípicos medidos no ambiente desfavorável (B). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1990/91.

População	Carácter				
	Semeadura-R1 (dias)	Semeadura-R5 (dias)	Semeadura-R9 (dias)	Estatura (cm)	Rendimento de aquênios (kg/ha)
Issanka	33,8 ± 2,7	53,8 ± 2,8	84,8 ± 2,5	85,7 ± 11,6	1275 ± 625
SEL-A1	35,4 ± 3,3	55,3 ± 3,4	86,1 ± 2,7	80,3 ± 13,4	1095 ± 590
SEL-A2	33,2 ± 3,1	53,0 ± 3,0	84,3 ± 2,9	73,7 ± 9,7	935 ± 480
SEL-B1	34,9 ± 2,8	54,5 ± 3,0	85,3 ± 2,5	77,8 ± 10,4	1035 ± 540
SEL-B2	35,0 ± 3,1	54,2 ± 3,2	85,3 ± 2,8	69,0 ± 10,9	905 ± 520
SEL-AB1	35,4 ± 3,3	55,3 ± 3,4	86,1 ± 2,7	80,3 ± 13,4	1095 ± 590
SEL-AB2	33,7 ± 3,2	53,1 ± 3,1	84,3 ± 2,8	77,0 ± 11,1	1065 ± 485
SEL-AB3	31,6 ± 3,0	51,4 ± 2,9	83,3 ± 2,7	73,8 ± 11,1	1010 ± 500
SEL-AB4	30,3 ± 2,4	49,9 ± 2,5	81,2 ± 2,0	66,8 ± 10,7	765 ± 405

As diferenças de resposta entre ciclo e estatura sugerem uma independência dos caracteres em condições de estresse, o que tem suporte nas baixas correlações fenotípicas observadas no ambiente B (Tabela 7). Se os caracteres estão pouco correlacionados em condições desfavoráveis, a redução na estatura deve ter resultado primariamente da pressão de seleção exercida diretamente sobre o carácter, a qual foi pequena em comparação à pressão exercida sobre a duração do ciclo. Para isto ser possível, a herdabilidade da estatura deve ser alta mesmo em condições de estresse. Johnson & Frey (1967) observaram uma diminuição na herdabilidade e variâncias genéticas da estatura à medida que aumentaram os níveis de estresse ambiental em aveia.

A eficiência da seleção massal nos dois ambientes indica que a ação gênica aditiva é um componente importante na determinação do número de dias até o florescimento e estatura da planta. Contudo, o controle genético da característica parece variar muito em função dos genótipos em estudo. Miller et al. (1980) encontraram predomínio da variância genética aditiva, enquanto Fick (1978) descreve experimentos com girassol em que tanto a variância genética não-aditiva como a aditiva foram importantes, tendo havido, inclusive, casos de controle por apenas um gene recessivo.

Embora não tenham sido realizados estudos genéticos para quantificar a importância da ação gênica aditiva, pode-se afirmar que o melhoramento destas características pode ser realizado rapidamente atra-

vés de métodos simples de melhoramento na população estudada. Além disso, não foi observado nenhum sinal de esgotamento de variabilidade na redução do ciclo e na estatura ou diminuição da intensidade da resposta, mesmo após quatro ciclos de seleção (Tabelas 7 e 8).

A pressão de seleção exercida sobre os caracteres ciclo e estatura de planta provocaram reduções drásticas no rendimento de aquênios, nos dois ambientes de seleção.

Estes resultados revelam que os ganhos obtidos no ciclo e estatura da planta teriam pouca aplicabilidade prática em face das perdas observadas no rendimento de aquênios.

As reduções do ciclo e da estatura não influenciaram as reduções observadas no rendimento de aquênios de maneira uniforme (Tabela 4). No ambiente A, as reduções do ciclo total obtidas através da seleção contínua foram acompanhadas de diminuições no rendimento proporcionalmente maiores do que as obtidas através da seleção direta. Isto mostra que embora a seleção contínua proporcione uma redução mais rápida do ciclo total, o custo, em termos de queda do rendimento, pode ser muito alto.

Uma das formas de minimizar estas perdas seria a alteração dos critérios de seleção, dando maior ênfase ao rendimento. A inclusão do ambiente de estresse no melhoramento do ciclo e da estatura deve ser utilizada com restrições, dada a possibilidade de diminuição acentuada do rendimento de aquênios. Contudo, a confirmação da possibilidade de se obterem

ganhos significativos com a inclusão de um ciclo adicional de seleção por ano no ambiente B é, por si só, de grande importância, pois abre caminho para investigações semelhantes com outros caracteres, como, o teor de óleo nos aquênios.

A ampliação do número de caracteres investigados é importante, dado o grande potencial que representa a exploração de um ciclo adicional de seleção por ano para o melhoramento em termos de redução de custos e de tempo de lançamento de variedades. Além disso, a ampliação do número de caracteres permitiria uma visão mais ampla dos efeitos da seleção em diferentes ambientes, dando maior segurança às recomendações de práticas de melhoramento nesta área.

CONCLUSÕES

1. A realização de dois ciclos de seleção por ano em ambientes diferentes aumenta o progresso genético obtido quanto ao ciclo e à estatura da planta do girassol.

2. A seleção para menor ciclo e estatura da planta reduz o rendimento de aquênios, especialmente quando são realizados dois ciclos por ano.

REFERÊNCIAS

- ARBOLEDA-RIVERA, F.; COMPTON, W.A. Differential response of maize (*Zea mays* L.) to mass selection in diverse selection environments. **Theoretical and Applied Genetics**, v.44, p.77-81, 1974.
- ATLIN, G.N.; FREY, K.J. Selecting oat lines for yield in low-productivity environments. **Crop Science**, v.30, p.556-561, 1990.
- BRUN, E.L.; DUDLEY, J.W. Nitrogen response in the USA and Argentina of corn populations with different proportions of flint and dent germplasm. **Crop Science**, v.29, p.565-569, 1989.
- BYTH, D.E.; CALDWELL, B.E.; WEBER, C.R. Specific and non-specific index selection in soybeans, *Glycine max* L. (Merrill). **Crop Science**, v.9, p.702-705, 1969.
- FALCONER, D.S. **Introduction to quantitative genetics**. 2. ed. London: Longmann, 1981. p.340.
- FALCONER, D.S. The problem of environment and selection. **The American Naturalist**, v.86, p.293-298, 1952.
- FICK, G.N. Breeding and genetics. In: CARTER, J.F. (Ed.). **Sunflower science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, 1978. p.279-338.
- FREY, K.J. Adaptation reaction of oat strains selected under stress and non-stress environmental conditions. **Crop Science**, v.4, p.55-58, 1964.
- GARDNER, C.O. An evaluation on effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield of corn. **Crop Science**, v.1, p.241-245, 1961.
- HAMMOND, J. Animal breeding in relation to nutrition and environmental conditions. **Biological Review**, v.22, p.195-213, 1947.
- JOHNSON, G.R.; FREY, K.J. Heritabilities of quantitative attributes of oats (*Avena* sp.) at varying levels of environmental stress. **Crop Science**, v.7, p.43-46, 1967.
- JOHNSON, S.S.; GEADELMANN, J.L. Influence of water stress on grain yield response to recurrent selection in maize. **Crop Science**, v.29, p.558-564, 1989.
- MILLER, J.F.; HAMMOND, J.J.; ROATH, W.W. Comparison of inbred vs. single-cross testers and estimation of genetic effects in sunflower. **Crop Science**, v.20, p.703-706, 1980.
- PFEIFFER, T.W. Selection for late-planted soybean yield in full-season and late planted environments. **Crop Science**, v.27, p.963-967, 1987.
- QUISENBERRY, J.E.; ROARK, B.; FRYREAR, D.W.; KOHEL, R.J. Effectiveness of selection in upland cotton in stress environments. **Crop Science**, v.20, p.450-453, 1980.
- ROSIELLE, A.A.; HAMBLIN, J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. **Crop Science**, v.21, p.943-946, 1981.
- RUMBAUGH, M.D.; ASAY, K.H.; JOHNSON, D.A. Influence of drought stress on genetic variances of alfalfa and wheat grass seedlings. **Crop Science**, v.23, p.297-303, 1984.
- SANFORD, D.A.; MATZINGER, D.F. Mass selection for tobacco seedling weight under two nutrient regimes. **Crop Science**, v.23, p.1163-1167, 1983.
- SCHNEITER, A.A.; MILLER, J.F. Description of sunflower growth stages. **Crop Science**, v.21, p.901-903, 1981.