

MÉTODOS DE SELEÇÃO E EFEITOS DE POPULAÇÕES HETEROGÊNEAS NO MELHORAMENTO GENÉTICO DE AVEIA¹

LUIZ VOLNEY MATTOS VIAU² e FERNANDO I.F. DE CARVALHO³

RESUMO - Os efeitos de métodos de seleção e de variabilidade genética em populações de aveia, foram examinados através do potencial genético de rendimento de grãos e caracteres de importância agrônômica, durante 1984 e 1985 na Estação Experimental Agrônômica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), Guaíba, RS. Os mecanismos genealógicos pedigree (P₂) e mistura (M₁₂) foram os sistemas mais eficientes entre os métodos de seleção para identificar genótipos superiores em rendimento de grãos. A análise de outros caracteres, tais como número de panículas/m², grãos/panícula, peso do grão, peso do hectolitro, estatura, acamamento, período de florescimento e índice de colheita ajudou a identificar as populações capazes de melhor desempenho. A existência e identificação de variabilidade genética demonstraram ser fundamentais na eficiência dos métodos de seleção e na identificação de genótipos superiores com base em caracteres quantitativos.

Termos para indexação: *Avena sativa*, genética.

SELECTION METHODS AND HETEROGENOUS POPULATION EFFECTS IN GENETIC OAT BREEDING

ABSTRACT - The effects of selection methods and genetic variability were studied through the genetic grain yield potential and other important agronomic traits in oat populations. The experiments were carried out in the 1984 and 1985 seasons at the Experimental Station of the Federal University of Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS) at Guaíba, RS, Brazil. Among selection methods, the pedigree (P₂) and mixture (M₁₂) were the most efficient identifier of superior grain yield genotypes, when compared to populational and massal methods. Analysis of other traits like number of panicle/m², grains/panicle, grain weight, plant stature, resistance to lodging, heading-time and harvest index helped to identify the populations with best performance. Finally, differences among selection methods only were observed when the genetic variability was high and also it was the most important aspect for identifying superior genotypes on the basis of quantitative traits.

Index terms: *Avena sativa*, genetics.

INTRODUÇÃO

A amplitude da variabilidade genética e o conhecimento dos efeitos da interação genótipo x ambiente são dois aspectos de alta relevância na seleção de genótipos superiores; entretanto, um inadequado mecanismo de seleção poderá inviabilizar qualquer esforço na eficiência destes dois fatores para a obtenção de progresso genético no melhoramento de plantas. Além disto, o conhecimento profundo dos métodos de seleção e suas particularidades tem proporcionado freqüentes modificações que possibilitam um maior progresso genéti-

co na produtividade de grãos e na manifestação de caracteres de importância agrônômica para plantas autógamas.

O sistema genealógico tem sido usado com freqüência nos programas de melhoramento, proporcionando um rápido avanço no sentido da homozigose e na redução dos efeitos da seleção natural. Quando aplicado em ambiente estável, apresenta maior eficiência na seleção de caracteres com base na ação gênica de aditividade. Contudo, o grande problema reside na maximização dos efeitos da interação genótipo x ambiente (Brim & Cockerhan 1961, Carvalho 1982). Apesar das modificações propostas por Fasoulas (1973) e Empig & Fehr (1971), os resultados finais têm sido contraditórios, principalmente em ambiente de alta instabilidade. Trabalhos realizados por Bos (1983) mostram que a seleção de plantas na ausência de competição intragenotípica conflitava com as condições de cultivo em escala comercial.

Outro mecanismo muito usado pelos melhoristas é o sistema populacional de condução de genó-

¹ Aceito para publicação em 21 de julho de 1988. Trabalho extraído da tese de Mestrado apresentada pelo primeiro autor na Fac. de Agro. da Univ. Fed. do RS, em julho de 1986.

² Eng. - Agr., M.Sc., Cooperativa Regional Triticola Serrana Ltda. COTRIJUI, Rua das Chácaras, 1513, CEP 98700 Ijuí, RS.

³ Eng. - Agr., Ph.D., Univ. Fed. do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

tipos com variabilidade genética. Neste procedimento a seleção natural atua livremente, modificando a frequência gênica na população, evidenciando efeitos competitivos que, em função da sua intensidade, poderiam sobrepor os efeitos genéticos do carácter aferido (Khalifa & Qualset 1975, Silva & Carvalho 1978, Pfeifer & Carvalho 1981). Entretanto, este método tem sido recomendado para ambientes instáveis, pela capacidade de minimizar a interação genótipo x ambiente, proporcionando a seleção de uma população com homeostasia populacional em plantas autógamas.

O sistema massal é fundamentado na seleção natural e artificial, com a escolha dos genótipos baseada nas suas expressões fenotípicas. O êxito da seleção massal está diretamente relacionada com a herdabilidade do carácter (Romero & Frey 1966, Briggs & Knowles 1967). Trabalho conduzido com seleção massal para tamanho de grão em aveia evidenciou um incremento no peso do grão, devido à alta herdabilidade do carácter selecionado, aliada a uma correlação significativa com peso do grão, proporcionando progresso de forma indireta no rendimento de grãos (Frey 1967).

Muitas variações têm sido incluídas nestes métodos visando reduzir os efeitos de ambiente no momento da seleção (Carvalho et al. 1983); entretanto, a interação genótipo x ambiente continua representando um grande problema na seleção de caracteres quantitativos, principalmente em ambiente de alta instabilidade, pelas dificuldades em controlar a variabilidade ambiental e o conhecimento na estimação da magnitude de resposta dos genótipos sob diferentes ambientes (Carvalho 1980, Carvalho et al. 1983). O emprego de populações heterogêneas formadas por diferentes genótipos poderia ser um mecanismo capaz de atingir as metas formuladas pela agricultura moderna, isto é, desenvolvimento de populações com alto potencial de produtividade e ampla estabilidade. Uma população com um nível de heterogeneidade suficientemente amplo, além de proporcionar uma adequada proteção contra patógenos (Leonard & Czochor 1980, Wolfe & Barret 1980, Borlaug 1981), teria condições de revelar uma ampla adaptabilidade e estabilidade (Simmonds 1962, Qualset & Granger 1970, Simmonds 1979, Rao & Prasad 1984).

O presente trabalho foi estabelecido objetivando detectar os efeitos de métodos de seleção na identificação do carácter rendimento de grãos e a seleção de genótipos apropriados para a formação de populações heterogêneas de aveia.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido a partir da avaliação de 58 populações de aveia com alta frequência de homocigotos, conduzidas nos sistemas denominados genealógico e populacional. Da observação destes genótipos foram selecionados cinco que deram origem aos tratamentos de planta individual (genealógico), populacional, massal e misturas.

Experimento I

No ano de 1984, todas as populações foram conduzidas simultaneamente nos sistemas populacional e genealógico. A condução no sistema populacional proporcionou o desenvolvimento das plantas sob um menor efeito da interação genótipo x ambiente, permitindo a influência da seleção natural de forma dinâmica sobre a população, favorecendo a manifestação dos genótipos com condições de expressar a sua capacidade competitiva e uma possível habilidade de sobrevivência neste tipo de ambiente. A semeadura das populações foi realizada na primeira quinzena de junho, em parcelas constituídas por 10 fileiras de 3 m de comprimento, com espaçamento entre fileiras de 0,30 m. A densidade de semeadura foi na base de 50 sementes aptas por metro linear. Para a formação da população massal, foram selecionadas 200 panículas dentro do sistema populacional. A condução das populações no sistema genealógico teve por base a seleção aplicada individualmente, planta/planta, caracterizando a ausência de efeitos competitivos entre plantas, maximizando a interação genótipo x ambiente, com emprego da seleção artificial sobre cada indivíduo, evitando a participação da seleção natural. As parcelas foram compostas de 10 fileiras de 3 m de comprimento espaçadas de 0,30 m, com plantas individuais distanciadas 0,20 m dentro da fileira. A seleção de plantas foi realizada com base na precocidade, estatura, número de filhotes, resistência à ferrugem da folha e do colmo, grau de esterilidade de flores e tolerância ao acamamento. Com o auxílio destes caracteres e uso de parâmetros estatísticos, como a média (\bar{X}) e desvio padrão da média ($s\bar{d}$), foram identificados os indivíduos superiores, os quais, juntamente com as populações massal e populacional, correspondentes, constituíram os elementos para a realização do trabalho na busca dos objetivos propostos.

Experimento II

Este experimento foi estabelecido em 1985, na primeira quinzena de junho, sendo composto pelas populações UFRGS 79A45 (genealogia desconhecida; geração F10),

UFRGS 7910-1R-83 (genealogia Coronado-RIT 130; F10), UFRGS 1745-4R-83 (genealogia Suregrain-BC BC10A Cock 234; F6), UFRGS 1604-3R-83 (Quadcross 2-Quadcross 1; F6) e UFRGS 1641-2R-83 (Quadcross-16 Parents; F6), submetidas a distintos mecanismos de seleção num total de 45 tratamentos arranjados em um delineamento experimental em parcelas subdivididas, em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os mecanismos de seleção empregados foram: populacional, massal, genealógico (P_1 , P_2 e P_3) e misturas ($P_1 + P_2 = M_{12}$; $P_1 + P_3 = M_{13}$, $P_2 + P_3 = M_{23}$ e $P_1 + P_2 + P_3 = M_{123}$). As misturas foram obtidas através da reunião de igual número de sementes de cada componente, conforme procedimento adotado por Frey & Maldonado (1967), Rasmusson (1968), Luthra & Rao (1979), Pfahler & Linskens (1979) e Murphy et al. (1982). P_1 , P_2 e P_3 significam seleções de plantas individuais dentro de cada população, estabelecidas individualmente (sistema pedigree ou genealógico) com base nos caracteres produção de grãos, estatura e ciclo (precocidade) por planta.

Nas parcelas principais de cada bloco foram sorteados os tratamentos correspondentes a populações, e nas subparcelas foram distribuídos de forma casualizada os métodos de seleção, onde cada um determinava uma subparcela com duas fileiras de 2 m de comprimento. O espaçamento empregado foi de 0,30 m entre fileiras, onde foram semeadas 30 sementes aptas/metro linear, ficando cada subparcela protegida por uma linha de bordo em ambos os lados pela linhagem E7414. As determinações realizadas em cada subparcela foram: rendimento de grãos, número de panículas/m², número de grãos/panícula, peso do grão, peso do hectolitro (com e sem arista), esterilidade de flores, estatura, acamamento, período de florescimento, rendimento de palha, rendimento biológico aparente e índice de colheita. A análise de variância foi realizada conforme modelo descrito por Steel & Torrie (1980). O caráter acamamento teve seus dados transformados (arco-seno \sqrt{x}). O teste F foi empregado ao nível de 5% de probabilidade para detectar a significância dos efeitos de tratamento. As diferenças entre médias foram identificadas pelo teste DMS ($P < 0,05$) acrescido ou subtraído da média geral dos tratamentos, caracterizando-os como superior e inferior, respectivamente.

RESULTADOS

O resumo da análise de variância, incluído na Tabela 1, mostrou que para populações houve diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade, para 12 caracteres analisados, ao passo que para métodos de seleção as diferenças foram constatadas em apenas 10 caracteres. Com relação aos resultados da interação população x método de seleção, somente não houve diferenças significativas

para rendimento biológico aparente, esterilidade de flores e rendimento de palha.

O efeito médio de população sobre os caracteres observados (Tabela 2) mostrou que as mesmas possuíam um comportamento não diferencial com relação ao rendimento de grãos. Por outro lado, os resultados inseridos na Tabela 3 indicaram que, entre métodos de seleção, o mecanismo genealógico P_2 e a mistura M_{13} proporcionaram superioridade no rendimento de grãos, evidenciando que onde houve maior pressão de seleção para o referido caráter, também ocorreu superioridade no número de panículas/m², no peso do hectolitro, no índice de colheita e num menor período até o florescimento.

Os resultados da interação população x método de seleção, expostos na Tabela 4, evidenciaram variações para o caráter rendimento de grãos e panículas/m². A seleção de planta individual P_2 apontou um aumento no rendimento de grãos nas populações UFRGS 1910-1R-83 e UFRGS 1745-4R-83. A mistura M_{12} também foi eficiente, refletindo este comportamento nas populações UFRGS 1910-1R-83 e UFRGS 1604-3R-83. O método populacional determinou redução no rendimento de grãos nas populações UFRGS 79A45 e UFRGS 1910-1R-83, e o massal, somente na última população. O efeito da referida interação foi mais evidente na UFRGS 1910-1R-83 (M_{23}), determinando maior rendimento de grãos dentro de métodos e entre as distintas populações. Quanto ao caráter panícula/m², as diferenças ocorreram somente na população UFRGS 1910-1R-83, com destaque para o mecanismo genealógico P_2 e mistura M_{23} . Para o peso de grãos o efeito da interação foi detectado nos mecanismos massal e genealógico P_1 , P_3 e na mistura M_{13} da UFRGS 79A45. A variação no número de grãos/panícula possibilitou a observação de um destaque para a seleção de planta individual P_1 , com médias superiores nas populações UFRGS 79A45 e UFRGS 1910-1R-83, onde o efeito da interação método de seleção sobre as populações foi evidenciado unicamente nesta última, no mecanismo genealógico P_1 (Tabela 5).

Devido à pequena variabilidade para o peso do hectolitro do grão com arista, a interação de méto-

TABELA 1. Resumo da análise de variância incluindo graus de liberdade (GL), quadrados médios (QM), coeficientes de variação em percentagem (CV%) referentes à comparação entre cinco populações de aveia submetidas a diferentes métodos de seleção, para doze caracteres, no experimento III, EEA/UFRGS, Guaíba, RS, 1985.

Causas de variação	Caracteres	GL	Quadrados médios					Esterilidade de flores (%)	
			Rendimento de grãos (kg/ha)	Panículas/m ²	Grãos/panícula	Peso do grão (mg)	Peso do hectolitro (kg/100 l)		
							c/arista		s/arista
Blocos		3	1090792*	6475*	92	15	35	49	89
Populações (POP)		4	446503	21649*	7427*	286*	134*	138*	1737*
Erro (a)		12	247424	617	251	8	29	28	111
Métodos (MET)		8	241694*	671*	272*	9	25*	29*	39
POP x MET		32	90196*	717*	178*	23*	14*	12*	18
Erro (b)		120	35988	229	90	5	2	2	19
CV (%) (a)			29	16	23	11	14	13	44
CV (%) (b)			11	9	14	9	3	3	18

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F.
CV% - Coeficiente de variação em percentagem.

TABELA 1. Continuação.

Causas de variação	Caracteres	GL	QM					
			Estatura de planta (cm)	Acama-mento (%)	Flores-cimento (dias)	Rendimento de palha (t/ha)	Rendimento biológico aparente (t/ha)	Índice de colheita (%)
Blocos		3	135	9	2	15186984*	24114807*	9
Populações (POP)		4	1886*	583*	1555*	16815453*	18065979*	171*
Erro (a)		12	41	9	1	2607734	3429934	30
Métodos (MET)		8	73*	12*	11*	890531*	688495	53*
POP x MET		32	26*	9*	7*	600815	752397	12*
Erro (b)		120	12	2	1	435717	543620	7
CV % (a)			4	33	1	29	25	23
CV % (b)			2	15	1	11	10	11

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F.
CV % - Coeficiente de variação em percentagem.

dos com populações foi pouco ressaltada. Entretanto, evidências apontam o método genealógico P₂ como o mais eficiente, seguido da mistura M₁₂ e populacional, revelando desta forma a eficiência destes mecanismos de seleção para progressos genéticos dentro do caráter peso do hectolitro. A retirada da arista do grão proporcionou incremen-

to no peso do hectolitro, tanto entre populações como dentro do método. No entanto, o comportamento do peso do hectolitro do grão sem arista obedeceu à mesma tendência quando o caráter foi aferido no grão com arista. Esta tendência é evidenciada pelo comportamento do caráter na UFRGS 1910-1R-83, UFRGS 1745-4R-83 e

TABELA 2. Análise do efeito médio de cinco populações de aveia em relação aos doze caracteres agrônômicos observados no experimento III, EEA/UFRGS, Guaíba, RS, 1985.

População	Caracteres					
	Rendimento de grãos (kg/ha)	Panículas m ²	Grãos/panícula	Peso do grão (mg)	Peso do hectolitro (kg/100 l)	
					c/arista	s/arista
UFRGS 79A45	1784	177 S ¹	63	25,7	38,3	42,5
UFRGS 1910-1R-83	1677	172 S	74 S ¹	20,4 I ¹	34,8 I ¹	38,0 I ¹
UFRGS 1745-4R-83	1520	165	49 I	27,0 S	39,0	41,0
UFRGS 1604-3R-83	1791	121 I	88 S	23,6	37,4	39,3
UFRGS 1641-2R-83	1655	137 I	61	27,0 S	39,8	42,7

¹ Médias seguidas pelas letras S e I (superior e inferior, respectivamente) diferem da média geral de todas as populações pelo teste DMS (P < 0,05).

TABELA 2. Continuação.

População	Caracteres						
	Esterilidade de flores (%)	Estatura (cm)	Acamamento (%)	Florescimento (dias)	Palha (t/ha)	Rendimento biológico aparente (t/ha)	Índice de colheita (%)
UFRGS 79A45	21,3	130	10,4	88 I ¹	5,3	7,1	24,8
UFRGS 1910-1R-83	15,4 I ¹	138 S ¹	8,4	95 S	6,0	7,7	21,8
UFRGS 1745-4R-83	20,3	121 I	6,4 I ¹	84 I	4,7 I ¹	6,2 I ¹	24,2
UFRGS 1604-3R-83	26,6	139 S	15,8 S	96 S	5,2	6,9	25,7
UFRGS 1641-2R-83	33,7 S	134	5,8 I	100 S	6,4 S	8,1 S	20,5 I ¹

UFRGS 1604-3R-83, no método genealógico P₂; na UFRGS 1910-1R-83 e UFRGS 1604-3R-83, na mistura M₁₂; e na UFRGS 79A45 e UFRGS 1604-3R-83, no populacional (Tabela 6).

A análise dos dados obtidos para período de florescimento das cinco populações quando submetidas a diferentes procedimentos de seleção demonstrou uma expressiva variabilidade. As variações observadas na Tabela 7 possibilitaram a identificação das populações UFRGS 1910-1R-83, UFRGS 1604-3R-83 e UFRGS 1641-2R-83 com maior período correspondente ao florescimento, enquanto UFRGS 79A45 e UFRGS 1745-4R-83 foram caracterizadas por mostrarem menor número de dias para o caráter citado. Apesar desta variação, a eficiência na busca de genótipos com precocidade não foi alcançada, isto é, seleção de

plantas com menor número de dias ao florescimento entre métodos de seleção e entre populações. O caráter estatura de planta revelou a existência de reduzida variabilidade entre as médias das populações, em função dos métodos de seleção empregados (Tabela 8). Os resultados indicaram que a seleção massal e populacional originaram plantas de maior estatura; no entanto, a seleção de planta individual e suas respectivas misturas não foram suficientemente eficientes para intensificar a redução da estatura dentro e entre populações.

As observações sobre o caráter acamamento de plantas registrado na Tabela 8 evidenciaram a manifestação dos efeitos da interação de métodos sobre as populações na UFRGS 79A45 e UFRGS 1910-1R-83, sem, entretanto, identificar um mé-

TABELA 3. Análise do efeito médio de métodos de seleção em relação aos dez caracteres de importância agrônômica observados no experimento III, EEA/UFRGS, Guaíba, RS, 1985.

Método	Rendimento de grãos (kg/ha)	Panículas/m ²	Grãos/panícula	Peso do hectolitro (kg/100 l)		Estatura (cm)	Acamamento (%)	Florescimento (dias)	Palha (t/ha)	Rendimento biológico aparente (t/ha)	Índice de colheita (%)
				c/arista	s/arista						
Populacional	1536 I ¹	148	65	38,2	41,2	134 S ¹	8,5 I ¹	92,3	5,7	7,2	21,1
Massal	1556 I	159	62	37,5	40,4	137 S	8,9	92,7	5,9 S ¹	7,6 S ¹	21,0
P1	1615	144 I ¹	73 S	37,2	40,1	133	11,1 S	92,6	5,3	6,9	23,3
P2	1829 S	163 S	69	40,0 S ¹	43,0 S ¹	132	8,9	91,4 I ¹	5,6	7,4	15,0 S ¹
P3	1613	160	63	36,5 I	39,3 I	132	9,3	93,9 S	5,7	7,3	22,3
M12	1815 S	153	68	39,0 S	42,3 S	133	9,2	91,4 I	5,3	7,1	25,5 S
M13	1704	151	69	36,6 I	39,7 I	131	9,8	93,6 S	5,2	6,9	24,9
M23	1735	156	64	38,2	41,1	131	8,9	92,6	5,5	7,3	24,0
M123	1769	154	69	37,6	40,3	131	9,8	92,3	5,5	7,3	24,3

¹ Médias seguidas pelas letras S e I (superior e inferior, respectivamente) diferem da média geral de todos os métodos pelo teste DMS (P < 0,05).

todo que pudesse selecionar genótipos com menor índice de acamamento, apesar da variabilidade demonstrada pelas populações. Na população UFRGS 79A45, a associação da seleção individual menos susceptível ao acamamento (P₁) com a de maior grau (P₃) resultou na população M₁₃, com menor acamamento, em relação à seleção de maior sensibilidade para o caráter, quando cultivada isoladamente. A mesma tendência foi observada na UFRGS 1910-1R-83, onde a mistura da seleção P₁ com P₂ ou P₃ originaram as populações M₁₂ e M₃, ambas apresentando médias de acamamento inferiores em relação à linhagem mais sensível.

A relação entre rendimento de grãos com o rendimento biológico aparente, denominada de índice de colheita, demonstrou uma reduzida variação nas diferentes populações (Tabela 9). Apesar da reduzida clareza na manifestação dos efeitos da interação de métodos sobre populações, foi observada uma tendência, nas misturas, em apresentar um maior índice de colheita, evidenciado nas populações UFRGS 1910-1R-83 (M₁₂), UFRGS 1745-4R-83 (M₁₃) e UFRGS 1604-3R-83 (M₁₂). Por outro lado, o comportamento da UFRGS 79A45 e UFRGS 1910-1R-83 caracterizou o método populacional como o menos eficiente na manifestação do caráter analisado.

DISCUSSÃO

A análise dos resultados descritos anteriormente demonstrou uma eficiência da seleção para os caracteres de importância agrônômica em populações de aveia com elevada frequência de distintos homozigotos.

A reduzida variação no rendimento de grãos entre as populações poderia ser atribuída a um efeito compensatório entre os caracteres panículas/m², grãos/panícula e peso do grão evidenciado nas populações UFRGS 1910-1R-83, UFRGS 1604-3R-83, UFRGS 1641-2R-83 e UFRGS 1745-4R-83, determinando uma descaracterização da variabilidade do caráter produtividade pelas diferentes variações ocorridas nos distintos componentes do rendimento de grão. Esta explicação encontra suporte nas afirmativas de Briggs & Aytensifu (1980) e Mundstock (1983), segundo as quais, alterações das condições de ambiente em determinado momento favorecem um componente do rendimento de grãos em detrimento do outro, proporcionando um ajustamento de compensações entre os mesmos. Também poderá haver variações nas expressões dos componentes do rendimento de grãos em genótipos com similar potencial de produtividade em função de respostas genéticas e fisiológicas. Há evidências profundas de que os genótipos de aveia têm suportes genéticos distintos dentro dos componentes do rendimento para expressar o potencial de produtividade de grãos (Carvalho 1980, Carvalho et al. 1981). Além disto, o alto valor para o coeficiente de variação na análise do efeito simples (população) poderia ter contribuído para impedir a identificação de diferenças de potencial de produtividade entre genótipos.

Os métodos de seleção analisados através de dez diferentes caracteres não possibilitaram identificar com clareza o suporte para explicar as diferenças detectadas no rendimento de grãos. As maiores evidências para um menor rendimento do popula-

TABELA 4. Efeito médio dos caracteres rendimento de grãos (kg/ha) e panículas/m² em populações de aveia que revelaram interação quando submetidas a diferentes métodos de seleção, no experimento III, EEA/UFRGS, Guaíba, RS, 1985.

Métodos de seleção	Caracteres							
	Rendimento de grãos (kg/ha)					Panículas/m ²		
	UFRGS 79A45	UFRGS 1910-1R-83	UFRGS 1745-4R-83	UFRGS 1604-3R-83	UFRGS 1641-2R-83	UFRGS 79A45	UFRGS 1910-1R-83	
Populacional	1438 i ¹	1354 i ¹	1396	s ² 1896	1594	152 i ¹	161	
Massal	1656	1292 I	1438	1792	1504	168	170	
P1	S ² 1917	1511	1323	1625	1698	s ² 190	130 i ¹	
P2	1865	2021 S	1785 S ¹	1719	1761	180	s ² 196 S	
P3	1719	1490	1568	1729	1563	s 190	182	
M12	1792	1947 S	i ² 1490	2059 S ¹	1792	s 182	169	
M13	1854	1750	1615	1740	1563	170	164	
M23	1802	s ¹ 2031 S	1531	1761	1552	172	s 206 S	
M123	2021	1698	1542	1813	1771	s 194	170	

¹ Médias seguidas pelas letras S e I (superior e inferior, respectivamente) diferem da média geral de todos os métodos pelo teste DMS (P < 0,05).

² Médias antecedidas pelas letras s e i (superior e inferior, respectivamente) diferem da média geral de todas as populações pelo teste DMS (P < 0,05).

TABELA 5. Efeito médio dos caracteres peso do grão (mg) e número de grãos/panícula em populações de aveia que revelaram interação quando submetidas a diferentes métodos de seleção, no experimento III, EEA/UFRGS, Guaíba, RS, 1985.

Métodos	Caracteres								
	Peso do grão (mg)					Grãos/panícula			
	UFRGS 79A45	UFRGS 1910-1R-83	UFRGS 1745-4R-83	UFRGS 1604-3R-83	UFRGS 1641-2R-83	UFRGS 79A45	UFRGS 1910-1R-83	UFRGS 1745-4R-83	UFRGS 1604-3R-83
Populacional	28,3	23,7 S	27,3	24,3	25,0	56	64	53	s 81
Massal	s ² 28,9 S ¹	i 19,9	26,0	25,2	26,1	62	63	50	s 79
P1	i 20,3 I	23,0	26,5	21,2	s 29,0	76 S	s 94 S	52	86
P2	23,5	i 19,2	s 29,2	28,0 S	27,2	67	67	i 55	s 90
P3	s 31,5 S	i 18,6	26,4	22,4	26,3	i 47	71	i 46	s 93
M12	23,1	i 20,5	s 28,1	23,3	s 29,3	67	s 82	49	s 87
M13	s 29,7 S	i 19,4	26,2	22,1	27,1	57	82	i 45	s 99
M23	23,7	i 20,3	26,9	24,1	25,5	61	68	i 49	s 84
M123	22,9	i 19,0	s 26,9	22,1	s 27,5	75	77	i 47	s 89

¹ Médias seguidas pelas letras S e I (superior e inferior, respectivamente) diferem da média geral de todos os métodos pelo teste DMS (P < 0,05).

² Médias antecedidas pelas letras s e i (superior e inferior, respectivamente) diferem da média geral de todas as populações pelo teste DMS (P < 0,05).

cional e massal em relação ao genealógico (P₂) estão no maior desenvolvimento vegetativo, caracterizado pela estatura de planta, rendimento de palha e rendimento biológico aparente, que poderia ter competido com a parte reprodutiva.

A significância encontrada para a interação (população x método de seleção) revelou um comportamento distinto das populações para alguns dos caracteres agrônômicos examinados, conforme o mecanismo de seleção utilizado. A variação no rendimento de grão no mecanismo genealógico P₂ na UFRGS 1910-1R-83 e UFRGS 1745-4R-83 evidenciou a existência de variabilidade genética para o caráter nas referidas populações (Tabela 4). Por outro lado, a ausência de resposta no rendimento de grãos nas seleções de plantas individuais na

UFRGS 79A45 e UFRGS 1641-2R-83 talvez esteja relacionada com diferenças determinadas exclusivamente pelo efeito ambiental nas plantas selecionadas, não manifestando a expressão do rendimento nas progênies quando semeadas em competição, caracterizando ausência de variabilidade genética e/ou maximização da interação genótipo x ambiente (Khalifa & Qualset 1974), Silva & Carvalho 1978). A superioridade das médias no rendimento de grãos das misturas M₁₂ em relação aos seus constituintes cultivados individualmente, evidenciada na UFRGS 1910-1R-83 e principalmente na UFRGS 1604-3R-83, poderia auxiliar na interpretação da existência de homeostasia populacional.

A significância encontrada na análise dos dados referentes aos componentes do rendimento de

TABELA 6. Efeito médio do caráter peso do hectolitro (kg/100 l) do grão com e sem arista em populações de aveia quando submetidas a diferentes métodos de seleção no experimento III. EEA/UFRGS, Guaíba, RS, 1985.

Métodos	Peso do hectolitro (kg/100 l)									
	Com arista					Sem arista				
	UFRGS 79A45	UFRGS 1910-1R-83	UFRGS 1745-4R-83	UFRGS 1604-3R-83	UFRGS 1641-2R-83	UFRGS 79A45	UFRGS 1910-1R-83	UFRGS 1745-4R-83	UFRGS 1604-3R-83	UFRGS 1641-2R-83
Populacional	36,2 ¹	36,7	39,8	39,2 ¹	39,3	40,6	39,7	41,3	41,9 ¹	42,1
Massal	38,8	32,7 ²	40,5	37,1	38,8	42,2	35,5 ²	42,9 ¹	39,8	41,7
P1	39,1	32,7	36,5	37,8	40,0	43,4 ²	35,7 ¹	38,7	39,9	42,9
P2	37,6	41,9 ¹	41,4 ¹	39,6 ¹	39,8	42,2	44,8 ¹	43,2 ¹	41,5 ¹	43,4
P3	39,2	29,1	39,3	35,7	39,2	42,8 ¹	32,9	41,0	38,2	41,6
M12	38,1	37,8 ¹	39,2	39,3 ¹	40,8	43,1	40,9 ¹	42,1	41,9 ¹	43,9
M13	38,3	31,8	38,9	34,4 ²	39,8	42,4	35,7	40,6	37,2 ²	42,8
M23	39,4	36,1	38,8	36,5	40,5	43,5	39,7	40,6	39,0	43,1
M123	38,5	34,8	37,3	37,1	40,3	43,0	37,6	38,9	39,3	43,1

¹ Médias seguidas pelas letras S e I (superior e inferior, respectivamente) diferem da média geral de todos os métodos pelo teste DMS (P < 0,05).

² Médias antecedidas pelas letras s e i (superior e inferior, respectivamente) diferem da média geral de todas as populações pelo teste DMS (P < 0,05).

TABELA 7. Efeito médio do caráter florescimento (dias) em populações de aveia quando submetidas a diferentes métodos de seleção, no Experimento III, EEA/UFRGS, Guaíba, RS, 1985.

Métodos	Populações				
	UFRGS 79A45	UFRGS 1910-1R-83	UFRGS 1745-4R-83	UFRGS 1604-3R-83	UFRGS 1641-2R-83
	Populacional	88,0 ²	94,5 ¹	84,0	94,7 ¹
Massal	88,5	97,0 ¹	83,5	95,0	99,7
P1	89,2 ¹	92,5 ¹	84,5	96,5	100,2
P2	87,2	93,0 ¹	81,7 ¹	95,0	100,2
P3	86,2 ¹	100,0 ¹	85,0	98,0 ¹	100,2
M12	87,0	92,2 ¹	83,0	96,0	98,7
M13	88,0	98,0 ¹	85,2 ¹	96,7	100,2
M23	87,2	94,7	83,7	97,0	100,2
M123	87,2	94,5	84,0	96,0	99,5

¹ Médias seguidas pelas letras S e I (superior e inferior, respectivamente) diferem da média geral de todos os métodos pelo teste DMS (P < 0,05).

² Médias antecedidas pelas letras s e i (superior e inferior, respectivamente) diferem da média geral de todas as demais populações pelo teste DMS (P < 0,05).

grãos revelou um comportamento distinto do das populações quando submetidas a métodos de seleção, e proporcionou elementos para explicar o progresso obtido no rendimento de grãos nos mecanismos utilizados. A inexistência de significância no rendimento de palha, na estatura, no peso do grão, grãos/panícula e rendimento biológico aparente, evidenciada nos tratamentos de maior rendimento de grãos, revelou a possibilidade de existência de uma área verde mantida pelas plantas após a antese, suficiente para proporcionar a demanda de

carboidratos requeridos para enchimento de grãos, refletindo em produtividade e caracterizando a eficiência das plantas através dos maiores índices de colheita registrados na UFRGS 1910-1R-83 no mecanismo genealógico P₂ e nas misturas M₁₂ na UFRGS 1910-1R-83 e UFRGS 1604-3R-83 (Kertész 1984, Kramer 1984).

Além disto, o menor período de florescimento constatado no mecanismo genealógico P₂ e mistura M₁₂ na UFRGS 1910-1R-83 e na seleção de planta individual P₂ na população UFRGS 1745-

TABELA 8. Efeito médio dos caracteres estatura de planta (cm) e acamamento em populações de aveia quando submetidas a diferentes métodos de seleção, no experimento III. EEA/UFRGS, Guaíba, RS, 1985.

Métodos	Caracteres									
	Estatura (cm)					Acamamento (arco-seno \sqrt{x})				
	UFRGS 79A45	UFRGS 1910-1R-83	UFRGS 1745-4R-83	UFRGS 1604-3R-83	UFRGS 1641-2R-83	UFRGS 79A45	UFRGS 1910-1R-83	UFRGS 1745-4R-83	UFRGS 1604-3R-83	UFRGS 1641-2R-83
Populacional	136 S ¹	142	123	138	133	9,9	i ² 5,7 i ¹	6,3	s ² 14,3	6,3
Massal	135 S	151 S ¹	123	139	137	9,8	i 6,9	i ² 5,7	s 16,4	i ² 5,7
P1	130	136	124	140	135	9,9	s 15,5 s	i 7,3	s 17,2	i 5,7
P2	129	136	122	139	136	9,6	7,9	i 6,3	s 14,5	i 6,3
P3	130	134	122	139	134	s ² 13,1 S ¹	i 6,3 i	i 5,7	s 15,5	i 5,7
M12	129	140	121	143	136	8,4 i	10,2	i 6,3	s 15,1	i 5,7
M13	131	138	117	139	133	11,3	9,0	i 6,9	s 16,1	i 5,7
M23	127	135	122	139	132	11,3	i 5,7 i	i 5,7	s 16,3	i 5,7
M123	130	134	120	137	134	10,9	8,4	i 7,1	s 16,6	i 5,7

¹ Médias seguidas pelas letras S e i (superior e inferior, respectivamente) diferem da média geral de todos os métodos pelo teste DMS (P < 0,05).

² Médias antecedidas pelas letras s e i (superior e inferior, respectivamente) diferem da média geral de todas as populações pelo teste DMS (P < 0,05).

TABELA 9. Efeito médio do caráter índice de colheita (%) em populações de aveia quando submetidas a diferentes métodos de seleção, no experimento III, EEA/UFRGS, Guaíba, RS, 1985.

Métodos	Populações				
	UFRGS 79A45	UFRGS 1910-1R-83	UFRGS 1745-4R-83	UFRGS 1604-3R-83	UFRGS 1641-2R-83
Populacional	20,2 i ¹	17,3 i ¹	22,0	26,1	20,2
Massal	22,9	16,3 i	22,8	22,7	20,1
P1	26,6	21,8	23,8	23,8	20,7
P2	24,3	25,9 S	25,8	26,1	21,3
P3	24,4	20,0	23,3	26,4	17,5
M12	27,5	26,3 S	23,0	29,6 S ¹	21,3
M13	26,5	21,8	27,7 S ¹	27,7	20,9
M23	24,5	24,1	25,1	24,9	21,4
M123	27,0	23,0	25,0	24,7	21,7

¹ Médias seguidas pelas letras S e i (superior e inferior, respectivamente) diferem da média geral de todos os métodos pelo teste DMS (P < 0,05).

-4R-83, revelou uma associação com rendimento de grãos, evidenciando que os genótipos mantiveram uma área verde fotossinteticamente ativa, proporcionando suficiente produção de carboidratos para a demanda no enchimento de grãos. Possivelmente, a totalidade no aumento de matéria seca dos grãos foi derivada da fotossíntese realizado após a antese (Evans et al. 1975, Austin et al. 1980, Ellison et al. 1983). A contribuição do número de panículas/m² na manifestação do rendimento de grãos evidenciado na UFRGS 1910-1R-83 no mecanismo genealógico P₂ e mistura M₁₂ refletiu na produtividade de grãos, reve-

lando que este é um componente altamente determinante do rendimento de grãos (Santos & Carvalho 1977). A inexistência de associação entre peso do grão e número de grãos/panícula com rendimento de grãos no mecanismo genealógico P₂ e mistura M₁₂ e M₂₃ poderia estar relacionada com as condições de ambiente que poderiam ter afetado estes componentes em determinados períodos de desenvolvimento (Warrington et al. 1977, Wardlaw et al. 1980). A falta de associação entre peso do hectolitro e peso do grão possivelmente está associada com a forma do grão, pois qualquer desvio da forma elipsóide tende a acomodar menor

número de grãos/volume no cilindro da balança de aferição, originando respostas distintas para o caráter (Mundstock 1983). A mesma tendência foi observada nos resultados obtidos em trigo por Ferreira Filho (1985). A reduzida variabilidade para o caráter estatura de planta não permitiu detectar progresso genético nas progênies provenientes de plantas selecionadas (Tabela 8). As dificuldades impostas na redução deste caráter provavelmente estão ligadas à utilização em cruzamentos, genótipos parentais com potencial de rendimento de grãos, mas com porte alto (Carvalho et al. 1987). Por outro lado, Romero & Frey (1966), usando seleção massal em populações altamente segregantes, durante várias gerações obtiveram redução no porte em plantas de aveia, além da redução do ciclo, refletindo em maior rendimento de grãos. A maior estatura registrada no populacional e massal provavelmente está relacionada com a seleção de genótipos altamente competitivos, independentemente do potencial genético de rendimento de grãos (Silva & Carvalho 1978, Pfeifer & Carvalho 1981). A manifestação do acamamento não permitiu identificar qualquer eficiência dos métodos de seleção empregados, pelo fato de este caráter ser altamente influenciado pela interação genótipo x ambiente e também pela limitação encontrada na identificação de caracteres que apresentem uma associação consistente com o acamamento de plantas (Grafius & Brown 1954, Pinthus 1973). Os resultados também não demonstraram uma associação entre acamamento e estatura, evidenciando que outros fatores devem concorrer para determinar a resistência do caráter (Pinthus 1973). Por outro lado, a redução do acamamento dos genótipos em mistura, em evidência na M_{12} (UFRGS 79A45) e na M_{23} (UFRGS 1910-1R-83), poderia ser atribuída a efeito de suporte mecânico proporcionado pela planta mais tolerante, conforme resultados obtidos em aveia (Grafius 1966) e em trigo (Rao & Prasad 1984).

A análise da interação população x método de seleção revelou rendimentos inferiores nos mecanismos populacional e massal. O menor número de panículas/m², menor peso de hectolitro, maior estatura e menor índice de colheita, registrados na UFRGS 79A45, e o último caráter evidenciado na

UFRGS 1910-1R-83, foram determinantes no baixo rendimento de grãos no mecanismo populacional, enquanto o maior período ao florescimento e menor índice de colheita na população UFRGS 1910-1R-83, possivelmente caracterizaram a ineficiência na demanda de carboidratos, além de elevada estatura, que poderia estar associada com genótipos altamente competitivos. As médias superiores no peso do grão, reveladas pela UFRGS 79A45 e UFRGS 1910-1R-83, revelaram que os acréscimos neste caráter provavelmente estão relacionados com a ausência de eliminação de plantas com potencial genético para tamanho e peso do grão e com a alta frequência destes indivíduos nas populações originais (Derera & Bhatt 1972).

CONCLUSÕES

1. Revelou-se reduzida variabilidade genética para rendimento de grãos e caracteres de importância agrônômica em populações de aveia portadoras de elevado grau de homozigose.
2. A seleção de planta individual, com base na sua produção de grãos, revelou ser mais eficiente em comparação com os métodos populacional e massal.
3. Populações heterogêneas de aveia tendem a ser mais produtivas que seus componentes, quando cultivadas individualmente.
4. A existência e identificação de variabilidade genética demonstraram ser fundamentais na eficiência dos métodos de seleção e na identificação de genótipos com caracteres agrônômicos desejáveis.

REFERÊNCIAS

- AUSTIN, R.B.; BINGHAM, J.; BLACKWELL, R.D.; EVANS, L.T.; FORD, M.A.; MORGAN, C.L.; TAYLOR, M. Genetic improvements in winter wheat yields since 1900 and associated physiological changes. *J. Agric. Sci.*, 94:675-89, 1980.
- BORLAUG, N.E. Indian multilines. El Batán, CIMMYT, 1981. 10p.
- BOS, I. Some remarks on honeycomb selection. *Euphytica*, 32:329-35, 1983.
- BRIGGS, K.G. & AYTENSIFU, A. Relationships between morphological characters above the flag leaf node and grain yield in spring wheats. *Crop Sci.*, 20: 350-4, 1980.

- BRIGGS, F.N. & KNOWLES, P.F. *Introduction to plant breeding*. New York, Reinhold, 1967. 426p.
- BRIM, C.A. & COCKERHAM, C.C. Inheritance of quantitative characters in soybeans. *Crop Sci.*, 1: 187-90, 1961.
- CARVALHO, F.I.F. Uma análise comparativa entre diversos parâmetros estimativos da estabilidade em trigo (*Triticum aestivum* L.). Florianópolis, UFSC, 1980. 57p. Tese Professor Titular.
- CARVALHO, F.I.F. Genética quantitativa. In: OSÓRIO, E.A. *Trigo no Brasil*. Campinas, Fundação Cargill, 1982. p.65-92.
- CARVALHO, F.I.F.; BARBOSA, J.F.; FLOSS, E.L.; FERREIRA FILHO, A.W.P.; FRANCO, F.A.; FEDERIZZI, L.C.; NODARI, R.O. Potencial genético da aveia como produtora de grãos na Região Sul do Brasil. *Pesq. agropec. bras.*, 22(1):71-82, 1987.
- CARVALHO, F.I.F.; FEDERIZZI, L.C.; NODARI, R.O.; STORCK, L. Comparison among stability models in evaluating genotypes. *R. bras. Genét.*, 4:667-91, 1983.
- CARVALHO, F.I.F.; NODARI, R.O.; FLOSS, E.L.; FEDERIZZI, L.C.; CRUZ, P.; GANDIN, C.L. Aveia; problemas e progressos na produção de grãos. *Trigo e Soja*, 58:9-13, 1981.
- DERERA, N.F. & BHATT, G.M. Effectiveness of mechanical mass selection in wheat. *Aust. J. Agric. Res.*, 23:761-8, 1972.
- ELLISON, F.; DERERA, N.F.; PEDERSON, D.G. Inheritance of physiological characters associated with yield variation in bread wheat. *Euphytica*, 32:241-55, 1983.
- EMPIG, L.T. & FEHR, W.R. Evaluation of methods for generation advance in bulk hybrid soybean populations. *Crop Sci.*, 11:45-51, 1971.
- EVANS, L.T.; WARDLAW, I.F.; FISCHER, R.A. Wheat. In: EVANS, L.T. *Crop physiology; some case histories*. London, Cambridge University Press, 1975. p.101-49.
- FASOULAS, A. A new approach to breeding superior yielding varieties. Thessaloniki, Department of Genetics and Plant Breeding, Aristotelian University of Thessaloniki, 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, UFRGS, 1985. 85p. Tese Mestrado-Fitotecnia.
- FREY, K.J. Mass selection for seed width in oat populations. *Euphytica*, 16:341-9, 1967.
- FREY, K.J. & MALDONADO, U. Relative productivity of homogeneous and heterogeneous oat cultivars in optimum and suboptimum environments. *Crop Sci.*, 7:532-5, 1967.
- GRAFIUS, J.E. Rate of change of lodging resistance, yield, and test weight in varietal mixtures of oats, *Avena sativa* L. *Crop Sci.*, 6:369-70, 1966.
- GRAFIUS, J.E. & BROWN, H.M. Lodging resistance in oats. *Agron. J.*, 46:414-8, 1954.
- KERTÉSZ, Z. Improvement of harvest index. In: CONGRESS OF THE EUROPEAN ASSOCIATION FOR RESEARCH ON PLANT BREEDING, 10., Wageningen, 1983. *Proceedings*. Wageningen, Eucarpia, 1984. p.93-104.
- KHALIFA, M.A. & QUALSET, C.O. Intergenotypic competition between tall and dwarf wheats. II. In hybrid bulks. *Crop Sci.*, 15:640-4, 1975.
- KHALIFA, M.A. & QUALSET, C.O. Intergenotypic competition between tall and dwarf wheats. I. In mechanical mixtures. *Crop Sci.*, 14:795-9, 1974.
- KRAMER, T. Harvest index and grain yield as selection criteria in plant selection. In: CONGRESS OF THE EUROPEAN ASSOCIATION FOR RESEARCH ON PLANT BREEDING, 10., Wageningen, 1983. *Proceedings*. Wageningen, Eucarpia, 1984. p.109-12.
- LEONARD, K.J. & CZOCHOR. Theory of genetic interactions among populations of plants and their pathogens. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 18:237-58, 1980.
- LUTHRA, J.K. & RAO, M.V. Multiline cultivars; how their resistance influence leaf rust diseases in wheat. *Euphytica*, 28:137-44, 1979.
- MUNDSTOCK, C.M. Cultivo de cereais de estação fria. Porto Alegre, s.ed., 1983. 265p.
- MURPHY, J.R.; HELSEL, D.B.; ELLIOT, A.; THRO, A.M.; FREY, K.J. Compositional stability of an oat multiline. *Euphytica*, 31:33-40, 1982.
- PFÄHLER, P.L. & LINSKENS, H.F. Yield stability and population diversity in oats (*Avena* sp.). *Theor. Appl. Genet.*, 54:1-5, 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.
- PINTHUS, M.J. Lodging in wheat, barley, and oats; the phenomenon, its causes and preventive measures. *Adv. Agron.*, 26:209-63, 1973.
- QUALSET, C.O. & GRANGER, R.M. Frequency dependent stability of performance in oats. *Crop Sci.*, 10:386-9, 1970.
- RAO, B.R.R. & PRASAD, R. Intergenotypic competition in mixed stands of spring wheat genotypes. *Euphytica*, 33:241-7, 1984.
- RASMUSSEN, D.C. Yield and stability of yield of barley populations. *Crop Sci.*, 8:600-2, 1968.
- ROMERO, G.E. & FREY, K.J. Mass selection for plant height in oat populations. *Crop Sci.*, 6:283-7, 1966.
- SANTOS, F.G. & CARVALHO, F.I.F. Estimativa da seleção para caracteres de importância agrônoma em gerações segregantes de trigo (*Triticum aestivum* L.). *Agron. sulriogr.*, 13(2):219-36, 1977.
- SILVA, A.C.F. & CARVALHO, F.I.F. Estimativa dos efeitos da competição intergenotípica através do uso de genes marcadores em trigo (*Triticum aestivum* L.); mistura mecânica de cultivares. *Ci. e Cult.*, 30: 1214-22, 1978.

- SIMMONDS, N.W. *Principles of crop improvement*. New York, Longman, 1979. 408p.
- SIMMONDS, N.W. Variability in crop plants; its use and conservations. *Biol. Rev.*, 37:422-65, 1962.
- STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. *Principles and procedures of statistics*. New York, McGraw-Hill, 1980. 633p.
- WARDLAW, I.F.; SOFIELD, I.; CARTWRIGHT, P.M. Factors limiting the rate of dry matter accumulation in the grain the rate of wheat grown at high temperature. *Aust. J. Plant Physiol.*, 7:387-400, 1980.
- WARRINGTON, I.J.; DUNSTONE, R.L.; GREEN, L.M. Temperature effects at three development stages on the yield of the wheat ear. *Aust. J. Agric. Res.*, 28:11-27, 1977.
- WOLFE, M.S. & BARRET, J.A. Can we lead the pathogen astray? *Plant Dis.*, 64:148-55, 1980.