

Métodos de semeadura na condução de populações segregantes de aveia e suas interações com o ambiente de seleção

Sowing methods in the conduction of oat segregant populations and interactions with selection environment

Volmir Sergio Marchioro¹ Fernando Irajá Félix de Carvalho² Antônio Costa de Oliveira² Claudir Lorencetti³ Giovani Benin³ José Antônio Gonzales da Silva³ Irineu Hartwig⁴
Douglas Schimidt⁴ Adeliانو Cargini⁴ Daniel Simioni⁴

RESUMO

A seleção com base no fenótipo pode ser influenciada por fatores de ambiente, sendo necessário que o melhorista utilize métodos de seleção que separem efeitos genéticos dos de ambiente. O objetivo deste estudo foi testar a eficiência da seleção indireta para o incremento no rendimento de grãos de aveia (*Avena sativa* L.). Oito populações segregantes de aveia foram submetidas à seleção para o caráter peso de panícula, sob três diferentes métodos de semeadura (em cova, em planta espaçada e em linha cheia), durante os anos de 2000 e 2001. Os resultados mostraram que o desenvolvimento de genótipos superiores requer avaliação principalmente em anos distintos para minimizar os efeitos de ambiente. O sistema de semeadura parece ter extrema importância para a seleção, pois o mecanismo de semeadura em cova proporcionou reduzida participação do ambiente na expressão do peso de panícula.

Palavras-chave: *Avena sativa* L., métodos de semeadura, genótipos, efeito do ambiente.

ABSTRACT

Phenotype-based selection can be influenced by environmental factors. Plants breeders need to use selection methods to separate genetic from environmental effects. The goal of this study was to test the efficacy of indirect selection to increase oat (*Avena sativa* L.) grain yield under different sowing systems. Eight oat segregant populations were selected for panicle weight under three different sowing methods (hill, spaced plant, full line), during 2000 and 2001 growing seasons. The development of superior genotypes required evaluation in distinct

years mainly to minimize environment effects. Sowing systems seemed to have extreme importance to selection. Sowing oat in hill provided reduced environmental contribution in the expression of panicle weight.

Key words: *Avena sativa* L., genotypes, sowing methods, environmental effect.

INTRODUÇÃO

O grande desafio dos melhoristas de aveia consiste em disponibilizar, permanentemente, genótipos de qualidade elevada e identificar constituições genéticas que superem o rendimento de grãos expressado pelos cultivares existentes no mercado (BROWN & FORSBERG, 1987). Contudo, tendo em vista o aumento na área cultivada com este cereal, é indispensável que o melhoramento seja dinâmico, rápido e economicamente eficiente para liberar em escala comercial genótipos superiores. Segundo MCGINNIS & SHEBESKI (1968), para que este objetivo seja alcançado, é importante a utilização de métodos de seleção que garantam a seleção de genótipos superiores, principalmente em se tratando de caracteres quantitativos. O conhecimento sobre a participação do ambiente na manifestação do

¹Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador do Programa de Trigo da Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (COODETEC), BR 467, km 98, CP 301, 85818-660, Cascavel/PR. E-mail: volmir@coodetec.com.br. Endereço para correspondência.

²Engenheiro Agrônomo, PhD, Professor, Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), Universidade Federal de Pelotas (UFPel).

³Engenheiro Agrônomo, estudante do Programa de Pós-graduação em Agronomia (Fitomelhoramento), UFPel.

⁴Estudante do Curso de Agronomia, UFPel, Bolsista de Iniciação Científica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

fenótipo, proporciona a otimização da seleção permitindo a escolha de genótipos superiores em qualquer ambiente.

A existência de respostas diferenciadas de genótipos aos efeitos de ambiente tem sido freqüentemente constatada nas várias espécies de plantas cultivadas. Segundo ALLARD (1999), a interação genótipo x ambiente impede muitas vezes que a seleção realizada com base no fenótipo da planta constitua um genótipo desejado. Para CRUZ & CASTOLDI (1991), essa interação proporciona dificuldades no melhoramento, pois indica a inconsistência da superioridade do genótipo com relação às variações impostas pelo ambiente, isto é, há genótipos com melhor desempenho em um ambiente, mas não em um outro, sendo uma dificuldade adicional ao processo de seleção.

Deste modo, a identificação de qual o melhor ambiente de seleção para o incremento na eficiência de um programa de melhoramento, principalmente em função do rendimento de grãos, tem sido um outro obstáculo para os melhoristas (HILL et al., 1998), principalmente pelos altos custos associados a este processo (ALLEN et al., 1977). Conforme ATLIN & FREY (1990), poucos estudos têm sido realizados na tentativa de superar esta barreira. BYRNE et al. (1995) sugeriram três estratégias de seleção: a primeira é a de testar populações em ambientes que promovam maximização da variância genética e do ganho com a seleção, a partir do incremento na herdabilidade; a segunda é a de efetuar testes em ambientes tão representativos quanto possíveis, do local ou locais de cultivo da espécie a ser melhorada (BLUM, 1998), e a terceira é a de utilizar ambientes nestas duas condições, alternadamente, para a identificação de constituições genéticas adaptadas a ambas situações (CALHOUN et al., 1994).

Vários trabalhos têm demonstrado a necessidade de criar novas estratégias para modificar as técnicas convencionalmente utilizadas no melhoramento de cereais de estação fria (SANTOS & CARVALHO, 1977; CRUZ et al., 1983), e estabelecer critérios de reconhecimento, com maior exatidão, das diferenças genéticas e dos efeitos de ambiente, de fundamental importância para o processo de seleção. CRUZ et al. (1983) comentaram que a seleção sobre caracteres quantitativos, em ambientes instáveis, merece estudos mais aprofundados, principalmente no desenvolvimento de mecanismos que possibilitem a identificação do melhor ambiente para seleção. Este fator é de fundamental importância devido à interação que permite a seleção de constituições genéticas mais ajustadas àquele ambiente.

O presente trabalho teve por objetivo computar os efeitos de ambiente no processo de seleção de populações segregantes de aveia submetidas a diferentes métodos de semeadura.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos, no campo experimental do Setor de Fitomelhoramento da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, da Universidade Federal de Pelotas, nos anos de 2000 e 2001. Oito populações segregantes (F_3) foram utilizadas no experimento: UPF 7 x UFRGS 14, UFRGS 14 x OR 2, UPF 7 x OR 2, UFRGS 18x UPF 16, UFRGS 18 x OR 2, UPF 16 x OR 2, UPF 17 x UFRGS 18 e UFRGS 18 x UPF 14. Estas populações foram conduzidas em três diferentes métodos de semeadura: em planta espaçada, em linha cheia e em cova descrito por FREY (1965). De cada população, foram utilizadas sementes F_3 de 10 panículas colhidas ao acaso, de uma população F_2 desenvolvida pelo Setor de Fitomelhoramento, sendo que, cada panícula deu origem a uma cova com 15 sementes (no método de semeadura em cova), a uma linha de 2m de comprimento com 10 sementes na linha (no método de semeadura em planta espaçada) e as sementes restantes das 10 panículas de cada população foram agrupadas e semeadas em duas linhas com uma densidade de 65 sementes viáveis por metro linear (no método de semeadura em linha cheia), no ano agrícola de 2000. No método de semeadura em cova, as parcelas foram compostas de duas linhas com cinco covas por linha, espaçadas em 45cm entre covas e entre linhas. No método de semeadura em planta espaçada, as parcelas foram compostas de 10 linhas de 2m de comprimento, espaçadas em 20cm entre linhas e entre plantas. No método de semeadura em linha cheia, as parcelas foram compostas de 2 linhas de 2m de comprimento, espaçadas em 20cm entre linha, com 65 sementes viáveis por metro linear. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos completos casualizados, com duas repetições, em função da quantidade de sementes disponíveis por panículas F_3 .

Após a maturação, foram colhidas todas as panículas e obtido o peso de panícula, as panículas com peso superior a média mais um desvio padrão, dentro de cada cova, dentro de cada linha de planta espaçada e dentro de cada linha cheia foram selecionadas, para os oito cruzamentos nas duas repetições. As panículas selecionadas foram trilhadas individualmente e obtidas as variáveis peso de grãos por panícula e número de grãos por panícula.

As sementes das panículas, selecionadas em 2000, foram semeadas novamente a campo no ano

agrícola de 2001, sendo que cada panícula selecionada pelo método de semeadura em cova deu origem a uma nova cova. Cada panícula selecionada pelo método de semeadura em planta espaçada formou uma nova linha com planta espaçada. As panículas selecionadas no método de semeadura em linha cheia foram agrupadas por repetição de cada população. Uma amostra das sementes de cada população foi semeada em cinco linhas com densidade de 300 sementes viáveis por m², sendo o experimento conduzido no mesmo esquema utilizado em 2000. Novamente, foram colhidas todas as panículas e depois de pesadas foram selecionadas as superiores em relação a média mais um desvio padrão. As panículas selecionadas foram trilhadas individualmente, e obtidos os valores para os caracteres peso de grãos por panícula e número de grãos por panícula.

Os dados foram submetidos à análise de variância, com os efeitos de genótipo e método de semeadura fixo e de ano aleatório, visando avaliar a expressão da variabilidade genética das populações. O modelo estatístico utilizado foi: $Y_{ijkn} = m + p_i + m_j + a_k + (b/m)/a_{jkn} + pm_{ij} + pa_{ik} + ma_{jk} + pma_{ijk} + e_{ijkn}$, onde, Y_{ijkn} : observação no n -ésimo bloco, avaliado na i -ésima população, no j -ésimo método e no k -ésimo ano; m : média geral do experimento; p_i : efeito da população i ; m_j : efeito do método j ; a_k : efeito do ano k ; $(b/m)/a_{jkn}$: efeito de blocos dentro de métodos, ambos dentro de anos; pm_{ij} : efeito da interação entre a população i e o método j ; pa_{ik} : efeito da interação entre a população i e o ano k ; ma_{jk} : efeito da interação entre o método j e o ano k e e_{ijk} : erro aleatório associado à observação $ijkn$. Este procedimento foi realizado utilizando o programa computacional Genes, desenvolvido por Cruz (2001). As comparações entre médias foram realizadas através do teste dms de Fisher, onde a diferença entre dois tratamentos é declarada significativa se o valor absoluto da diferença entre as duas médias observadas for superior à diferença mínima significativa (dms), obtida através do seguinte estimador: $dms = t(v; \alpha) \times \sqrt{2 \times \sigma^2 / n}$, onde, t : valor tabelado da distribuição de Student observado através dos graus de liberdade (n) e do nível de significância (α), σ^2 : variância e n : número de repetições.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância evidenciou significância a 5% de probabilidade, para as interações simples entre as fontes de variação métodos x anos (M x A), populações x anos (P x A), populações x métodos (P x M) e para as fontes de variação populações (P), métodos (M) e anos (A) em relação aos três caracteres avaliados, exceto para a fonte de variação

anos (A) nos caracteres peso de panícula e peso de grãos por panícula (Tabela 1). Os coeficientes de variação verificados neste estudo estão dentro dos padrões normais para a experimentação a campo, variando de 6,54% a 8,17%, sinalizando que o número de repetições e o tamanho das parcelas foram adequados para as estimativas propostas.

A comparação entre médias, na interação método de semeadura e anos evidenciou diferenças significativas para os três caracteres testados quando utilizada a semeadura em covas, nos dois anos de cultivo. Por outro lado, o efeito da interação não foi detectado nos outros métodos de semeadura em planta espaçada e linha cheia (Tabela 2). Provavelmente, isto se deve a um comportamento diferenciado de determinadas populações quando submetidas à semeadura em cova (alta competição), em anos distintos. Este fato é confirmado pela interação simples população x ano, onde se verifica que a população UPF 7 x UFRGS 14 interagiu significativamente com o fator ano para os caracteres peso de panícula e peso de grãos por panícula, sendo que as demais populações não revelaram significância para nenhum dos caracteres estudados (Tabela 3). O potencial genético não atingiu o seu máximo no ano agrícola de 2001, devido à semeadura ter sido realizada em época não preferencial, o que provavelmente impediu a expressão máxima das populações testadas. Este fato indica que qualquer processo de seleção, objetivando o desenvolvimento de genótipos superiores, requer avaliação em anos distintos, visando minimizar os efeitos de ambiente.

Tabela 1 - Fontes de variação, graus de liberdade (GL), quadrados médios (QM) e coeficientes de variação (CV), referentes a oito populações de aveia submetidas a três métodos de semeadura em dois anos de cultivo para os caracteres peso de panícula (PP), peso de grãos por panícula (PGP) e número de grãos por panícula (NGP) UFPel/Pelotas, 2000/2001.

Fontes de variação	GL	QM		
		PP	PGP	NGP
(B/A)M	6	0,0425	0,0251	132,2473
Anos (A)	1	0,0846	0,0319	969,0104*
Métodos (M)	2	19,1879*	11,5684*	14959,3854*
Populações (P)	7	1,8999*	1,4337*	1599,6057*
P x A	7	0,4186*	0,3354*	246,0580*
P x M	14	0,1534*	0,1169*	254,5878*
A x M	3	0,1213	0,0754	127,4567
P x A x M	14	0,0951	0,0564	122,433
Resíduo	42	0,0705	0,0647	77,2128
CV (%)		6,541	7,335	8,168

*Significativo a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 2 - Médias dos caracteres peso de panícula (PP), peso de grãos por panícula (PGP) e número de grãos por panícula (NGP) em gramas, para os três métodos de semeadura em dois anos de cultivo em cova (CO), planta espaçada (PE) e linha cheia (LC), UFPel/Pelotas, 2000/2001

Métodos de semeadura	PP		PGP		NGP	
	2000	2001	2000	2001	2000	2001
Cova (CO)	4,04 bA	3,25 bB	3,53 aA	2,79 bB	113 aA	90 bB
Planta espaçada (PE)	4,72 aA	5,18 aA	3,96 aA	4,36 aA	130 aA	133 aA
Linha cheia (LC)	3,51 bA	3,66 bA	2,96 bA	3,20 aA	89 bA	90 bA

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e de mesma letra maiúscula na linha não diferem pelo teste de Fisher a 5% de probabilidade de erro.

A participação do ambiente na manifestação do fenótipo dos caracteres peso de panícula, peso de grãos por panícula e número de grãos por panícula foi intensa no sistema de semeadura em planta espaçada (Tabela 4), o que favoreceu a expressão máxima do potencial genético agregado ao fator ambiente, para todas as populações testadas. Nos sistemas de semeadura em cova e linha cheia, isto não foi evidenciado, devido ao efeito de competitividade, que segundo FERREIRA DA SILVA & CARVALHO (1977) aumenta à medida que ocorre redução do espaçamento entre plantas. Portanto, o fator competitividade pareceu ser de extrema importância para incrementar a eficiência de seleção (Tabela 5). O sistema de semeadura em planta espaçada parece ser menos eficiente para a otimização da seleção, visto que a grande expressão de potencial neste caso não é com base na genética e sim favorecido pela participação do ambiente.

A interação de populações de plantas com o ambiente, também verificada neste estudo, se deve a reações diferenciadas das populações em ambientes distintos (RAMALHO et al., 1993; CRUZ & REGAZZI, 1997), ocasionando uma dificuldade adicional ao melhoramento sendo necessário adotar critéri-

os diferenciados no processo de seleção de populações superiores e métodos alternativos de condução destas populações (COIMBRA et al., 1999). O sistema de semeadura parece ser importante para a seleção, pois o mecanismo de semeadura em cova permitiu que houvesse uma reduzida participação do ambiente na expressão dos caracteres avaliados, visto que o ambiente foi idêntico para todas as plantas, possibilitando que as diferenças entre os caracteres peso de panícula, peso de grãos por panícula e número de grãos por panícula fossem expressos quase que exclusivamente pela constituição genética.

CONCLUSÃO

O processo de seleção, objetivando o desenvolvimento de genótipos superiores, requer avaliação principalmente em anos distintos, visando minimizar os efeitos de ambiente. O sistema de semeadura em cova permite reduzir a participação do ambiente na expressão dos caracteres avaliados, possibilitando que as diferenças entre os caracteres se expressem quase que exclusivamente pela constituição genética.

Tabela 3 - Médias dos caracteres peso de panícula (PP) e peso de grãos por panícula (PGP) em gramas, e do número de grãos por panícula (NGP), de oito populações de aveia para dois anos de cultivo UFPel/Pelotas, 2000/2001

Populações	PP		PGP		NGP	
	2000	2001	2000	2001	2000	2001
UPF 7 x UFRGS 14	5,01 a	4,37 b	4,32 a	3,72 b	104 a	88 a
UFRGS 14 x OR 2	3,57 a	3,91 a	3,10 a	3,38 a	100 a	97 a
UPF 7 x OR 2	3,54 a	3,92 a	2,99 a	3,36 a	121 a	118 a
UFRGS 18x UPF 16	4,54 a	4,23 a	3,79 a	3,62 a	127 a	109 a
UFRGS 18 x OR 2	3,68 a	3,79 a	3,09 a	3,22 a	105 a	105 a
UPF 16 x OR 2	4,19 a	4,41 a	3,59 a	3,77 a	123 a	129 a
UPF 17 x UFRGS 18	4,39 a	4,16 a	3,80 a	3,55 a	98 a	97 a
UFRGS 18 x UPF 14	3,81 a	3,45 a	3,20 a	2,95 a	109 a	93 a

*Médias de cada caráter seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre anos pelo teste de Fisher a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 4 - Médias dos caracteres peso de panícula (PP) e peso de grãos por panícula (PGP) em gramas, e do número de grãos por panícula (NGP), de oito populações de aveia para os três métodos de semeadura em cova (CO), planta espaçada (PE) e linha cheia (LC) UFPel/Pelotas, 2000/2001

Populações	PP			PGP			NGP			-1								
	CO	PE	LC	CO	PE	LC	CO	PE	LC									
UPF 7 x UFRGS 14	4,37	b	5,58	a	4,12	b	3,75	b	4,74	a	3,57	b	95	b	113	a	80	b
UFRGS 14 x OR 2	2,99	b	4,68	a	3,55	b	2,63	b	4,00	a	3,07	b	88	b	123	a	85	b
UPF 7 x OR 2	3,34	b	4,65	a	3,19	b	2,90	b	3,91	a	2,71	b	119	b	140	a	99	b
UFRGS 18x UPF 16	4,12	b	5,32	a	3,71	b	3,53	b	4,42	a	3,18	b	119	b	138	a	96	b
UFRGS 18 x OR 2	3,31	b	4,60	a	3,30	b	2,87	b	3,79	a	2,81	b	99	b	131	a	86	b
UPF 16 x OR 2	3,87	b	5,46	a	3,57	b	3,35	b	4,62	a	3,08	b	114	b	167	a	96	b
UPF 17 x UFRGS 18	3,89	b	4,97	a	3,97	b	3,40	b	4,19	a	3,43	b	88	b	116	a	88	b
UFRGS 18 x UPF 14	3,24	b	4,36	a	3,29	b	2,83	b	3,61	a	2,80	b	90	b	126	a	88	b

*Médias de cada caráter seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre anos pelo teste de Fisher a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 5 - Médias dos caracteres peso de panícula (PP) e peso de grãos por panícula (PGP) em gramas, e do número de grãos por panícula (NGP), para os três métodos de semeadura em cova (CO), planta espaçada (PE) e linha cheia (LC), UFPel/Pelotas, 2000/2001.

Métodos de semeadura	PP	PGP	NGP
Cova (CO)	3,64 b	3,16 b	101 b
Planta espaçada (PE)	4,95 a	4,16 a	132 a
Linha cheia (LC)	3,59 b	3,08 b	90 b

*Médias de tratamento seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Fisher a 5% de probabilidade de erro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLARD, R.W. **Principles of plant breeding**. New York : J. Wiley, 1999. 485p.
- ALLEN, F.L. et al. Optimal environments for yield testing. **Crop Science**, Madison, v.17, p.747-751, 1977.
- ATLIN, G.N.; FREY, K.J. Selection oat lines for yield in low-productivity environments. **Crop Science**, Madison, v.30, p.556-561, 1990.
- BLUM, A. **Plant breeding for stress environments**. Boca Raton, Florida : CRC, 1988. 208p.
- BROWN, C.M.; FORSBERG, R.A. Oat. In: FEHR, W.R. **Principles of cultivar development**. New York : Crop Species, 1987. 760p.
- BYRNE, P.F. et al. Gain from selection under drought versus multilocation testing in related tropical maize populations. **Crop Science**, Madison, v.35, p.63-69, 1995.
- CALHOUN, D.S. et al. Choosing evaluation environments to increase wheat grain yield under drought conditions. **Crop Science**, Madison, v.34, p.673-678, 1994.
- COIMBRA, J.L.M. et al. Reflexos da interação genótipo x ambiente e suas implicações nos ganhos de seleção em genótipos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n.3, p.433-439, 1999.
- CRUZ, C.D. **Programa genes: aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa : UFV, 2001. 648p.
- CRUZ, C.D.; CASTOLDI, F.L. Decomposição da interação genótipo x ambiente em partes simples e complexa. **Revista Ceres**, v.38, p.422-430, 1991.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa : UFV, 1997. 390p.
- CRUZ, P.J. et al. Efeitos de populações e métodos de seleção aplicados em gerações segregantes de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.5, p.533-541, 1983.
- FERREIRA DA SILVA, A.C.; 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. **Ciência e Cultura**, v.30, n.10, p.1214-1222, 1977.
- FREY, K.J. The utility of hill plots in oat research. **Euphytica**, Wageningen, v.14, p.196-208, 1965.
- HILL, J. et al. **Quantitative and ecological aspects of plant breeding**. London : Chapman & Hall, 1998. 288p.
- MCGINNIS, R.G.; SHEBESKI, L.H. The reliability of single plant selection for yield in F₂. In: INTERNATIONAL WHEAT GENETICS SYMPOSIUM, 1968, Australian. **Proceeding...** Canberra : Australian Academy of Science, 1968. p.410-415.
- RAMALHO, M.A.P. et al. **Genética quantitativa em plantas autógamas**. Goiânia : UFG, 1993. 271p.
- SANTOS, F.G.; CARVALHO, F.I.F. Estimativa da seleção para caracteres de importância agrônômica em gerações segregantes de trigo (*Triticum aestivum* L.). **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v.13, n.2, p.219-236, 1977.