

## PROGRESSO GENÉTICO NO MELHORAMENTO DA AVEIA-BRANCA NO SUL DO BRASIL<sup>1</sup>

JOSÉ F. BARBOSA NETO<sup>2</sup>, RODRIGO R. MATIELLO<sup>3</sup>, FERNANDO I.F. DE CARVALHO<sup>4</sup>, JOÃO M. S. OLIVEIRA<sup>5</sup>, DIEGO G. PEGORARO<sup>6</sup>, FERNANDA SCHNEIDER<sup>7</sup>, MARIA ELENA B. SORDI<sup>5</sup> e ELTON VACARO<sup>7</sup>

RESUMO - As cultivares de aveia-branca (*Avena sativa* L.) cultivadas no sul do Brasil até princípios da década de 80 eram provenientes do Uruguai e da Argentina, apresentando problemas de adaptação ao ambiente de cultivo. A partir dos anos 70, programas de melhoramento começaram a produzir suas próprias populações segregantes, possibilitando o lançamento em escala comercial de cerca de 35 cultivares. Com o objetivo de estimar o progresso genético nos programas de melhoramento de aveia-branca do sul do Brasil, foi realizado um experimento envolvendo 15 cultivares lançadas em diferentes épocas, em dois locais, com quatro diferentes condições de manejo. Os resultados obtidos indicaram progresso genético linear para os caracteres ciclo vegetativo, rendimento de grãos, peso de grão e peso do hectolitro; a inexistência de efeitos quadráticos significativos sugeriram a possibilidade de ganhos posteriores a partir da seleção de novos genótipos. Os programas de melhoramento genético de aveia-branca do sul do Brasil, embora ainda não tenham atingido o patamar máximo, têm sido eficientes em produzir novas cultivares com maiores rendimento e qualidade de grãos e com caracteres agrônômicos superiores.

Termos para indexação: *Avena sativa*, ganho genético, métodos de melhoramento, adubação nitrogenada, fungicidas, características agrônômicas, rendimento de grãos.

### GENETIC PROGRESS IN OAT BREEDING IN SOUTHERN BRAZIL

ABSTRACT - The oat (*Avena sativa* L.) cultivars cultivated in Southern Brazil up to the beginning of the 80's were introduced from Uruguay and Argentina. They presented adaptation problems to the new environment. Starting from the 70's, oat breeding programs began to produce their own segregant populations. These programs already released 35 cultivars. Aiming to estimate the genetic progress in oat breeding programs from southern Brazil, an experiment with 15 cultivars released in different times was conducted in two locations using four different cultural practices. The results indicated linear genetic progress for days to flowering, grain yield, grain weight and test weight. The non significance of quadratic effects suggested the possibility of additional gains through selection of new genotypes. The oat breeding programs in southern Brazil have been efficient in producing new cultivars with higher grain yield, good grain quality, and with superior agronomic traits. However, a maximum breeding plateau was not reached for this species.

Index terms: *Avena sativa*, genetic gain, breeding methods, nitrogen fertilizers, fungicides, agronomic characters, grain yield.

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 7 de dezembro de 1999.

<sup>2</sup> Eng. Agrôn., Ph.D., Dep. de Plantas de Lavoura, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Av. Bento Gonçalves, 7712, Caixa Postal 776, CEP 91501-970 Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq. E-mail: jfbn@vortex.ufrgs.br

<sup>3</sup> Eng. Agrôn., M.Sc., Dep. de Fitotecnia e Fitossanidade, Faculdade de Agronomia, Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Praça Santos Andrade, s/n, CEP 84010-330 Ponta Grossa, PR. E-mail: rrmatiel@uepg.br

<sup>4</sup> Eng. Agrôn., Ph.D., Dep. de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Caixa Postal 354, CEP 96001-970 Pelotas, RS. Bolsista do CNPq.

<sup>5</sup> Aluno do curso de Agronomia, UEPG. Bolsista PIBIC/CNPq/UEPG.

<sup>6</sup> Eng. Agrôn., M.Sc., UFRGS. E-mail: pegoraro@ez.com.br

<sup>7</sup> Eng. Agrôn., M.Sc., Agroeste Sementes Ltda. E-mail: evacaro@yahoo.com

## INTRODUÇÃO

As cultivares de aveia-branca (*Avena sativa* L.) cultivadas no sul do Brasil até princípios da década de 80 eram provenientes do Uruguai e da Argentina. Esses genótipos apresentavam problemas de adaptação ao ambiente de cultivo, principalmente em relação ao ciclo tardio e à elevada estatura. A falta de adaptação determinava rendimentos de grãos reduzidos e baixa qualidade do produto. Desta forma, no início da década de 70 a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e a Universidade de Passo Fundo (UPF) iniciaram programas de melhoramento genético dessa cultura mediante introdução de linhagens e populações segregantes provenientes da Universidade de Wisconsin (Federizzi et al., 1997). Esse esforço inicial permitiu o lançamento de diversas cultivares melhoradas durante os anos 80.

A partir do final dos anos 70, esses programas começaram a produzir suas próprias populações segregantes, uma vez que o material genético desenvolvido em outros ambientes impedia a identificação de novos genótipos adaptados. Até 1998, essa segunda etapa resultou no lançamento, pela UFRGS e UPF, de aproximadamente 35 cultivares superiores de aveia, em escala comercial. No entanto, o progresso genético obtido pelo melhoramento dessa cultura não foi medido de maneira sistemática. Barbosa Neto et al. (1996) apresentaram dados indicando progresso para ciclo vegetativo, estatura de planta, rendimento de grãos e peso do hectolitro; mas a análise empregada pelos autores não permitiu a separação dos efeitos genéticos e de ambiente.

O progresso genético é um aspecto de fundamental importância em programas de melhoramento. Sua estimativa fornece uma oportunidade de correlacionar ganhos alcançados com os métodos de melhoramento empregados, possibilitando a alteração dos objetivos propostos inicialmente (Russell, 1977). Da mesma forma, esses estudos podem auxiliar na identificação de caracteres com maior contribuição para o incremento do rendimento e da qualidade de grãos. Diferentes métodos podem ser empregados para a estimativa do ganho genético (Cox et al., 1988). O emprego dos resultados de ensaios regionais de competição de cultivares, a utilização de cultivares testemunhas para eliminar o efeito de fatores de

confundimento e o delineamento de experimentos testando cultivares lançadas em diferentes épocas são algumas das técnicas usadas na literatura (Wych & Stuthman, 1983; Schmidt, 1984; Franco & Carvalho, 1987; Feil, 1992).

Este trabalho teve por objetivo estimar o progresso genético nos programas de melhoramento de aveia-branca do sul do Brasil, assim como verificar a contribuição dos diferentes caracteres de importância agrônômica para o incremento do rendimento de grãos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi constituído de um experimento envolvendo 15 cultivares de aveia-branca lançadas em diferentes épocas, onde quatro tratamentos foram realizados. Esses tratamentos consistiram de condições distintas de manejo da cultura, variando a utilização de adubação nitrogenada e a aplicação de fungicida para o controle de moléstias (CFCN - com fungicida, com nitrogênio; CFSN - com fungicida, sem nitrogênio; SFCN - sem fungicida, com nitrogênio e SFSN - sem fungicida, sem nitrogênio). Esse experimento foi estabelecido na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), em Eldorado do Sul, RS, em 1996, e na Fazenda Escola Capão da Onça da Universidade Estadual de Ponta Grossa, PR, em 1997.

As cultivares foram selecionadas com base na importância que tiveram para a agricultura e para a pesquisa de aveia no sul do Brasil. O tratamento com fungicida foi realizado sistematicamente a cada 15 dias, a partir do surgimento das primeiras pústulas de ferrugem, alternando os produtos Propicanozole (nome comercial Tilt, dose recomendada de 500 mL/ha) e Tebuconazole (nome comercial Folicur 125 CE, dose recomendada de 750 mL/ha). O N em cobertura foi aplicado nas emissões da 3ª e 6ª folhas, na forma de uréia, dose de 30 kg/ha de N em cada aplicação.

O delineamento experimental foi o de parcelas subdivididas, arrançadas em blocos completamente casualizados, com quatro repetições. Cada repetição era composta de quatro parcelas com as condições de manejo, cada qual contendo 15 subparcelas com as cultivares. A subparcela continha cinco linhas de 5 m de comprimento, espaçadas 0,20 m, com uma densidade de semeadura de 250 sementes/m<sup>2</sup>. Os caracteres avaliados foram: ciclo vegetativo (número de dias da emergência ao florescimento), estatura da planta (medida da base da planta até o topo da panícula em cm), rendimento biológico (peso total da parte aérea da

parcela expresso em kg/ha), rendimento de grãos (peso total dos grãos da parcela expresso em kg/ha), índice de colheita (relação rendimento de grãos/rendimento biológico em %), peso do hectolitro (peso de 100 L de grãos em kg/100 L), número de panículas/m (contagem do número de panículas em 1 m linear), número de grãos/panícula (contagem do número de grãos em cinco panículas tomadas ao acaso) e peso de grão (peso médio de duas amostras de 200 grãos em mg).

Os dados obtidos em relação aos caracteres avaliados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Posteriormente, o efeito de genótipos foi desdobrado em contribuição linear e desvios da regressão linear usando o ano de lançamento das cultivares como variável independente. Para estimar o grau de associação entre os diferentes caracteres, foi empregada a análise de correlação fenotípica, conforme Steel & Torrie (1980). Todas as análises estatísticas foram realizadas com o programa SAS (SAS Institute, 1988).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variância possibilitou a identificação de efeitos individuais significativos para local, tratamento e cultivares para diversos caracteres avaliados, sendo apenas a interação local x cultivar a que apresentou significância estatística na maioria dos caracteres (Tabela 1). Resultados de outros trabalhos, como o de Federizzi et al. (1993), têm evidenciado reduzidos efeitos da interação local x cultivar em aveia na Região Sul do Brasil. Assim sendo, essa interação genótipo x ambiente observada pode ser atribuída ao efeito de diferentes anos de avaliação e não de locais. O efeito de cultivares foi separado em dois componentes, conforme análise de regressão utilizando ano de lançamento como variável independente e os caracteres medidos como dependente (Cox et al., 1988). Essa separação identificou caracteres que apresentaram incremento linear com o lançamento de novas cultivares (Tabela 1).

As duas regiões avaliadas (Eldorado do Sul, RS e Ponta Grossa, PR) na análise do progresso genético apresentaram, na média, resultados bastante similares quanto aos caracteres avaliados. Entre os caracteres agrônômicos, apenas a estatura, o índice de colheita e o número de grãos por panícula foram diferentes (Tabela 2); contudo, a magnitude da diferença quanto a estatura foi desprezível do ponto de

vista técnico, refletindo apenas a precisão alcançada em sua medição. Em relação aos caracteres associados com qualidade de grão, os dois experimentos revelaram diferenças em peso do hectolitro (Tabela 2). Tal diferença deveu-se ao procedimento de desaristamento realizado no experimento de Eldorado do Sul, não traduzindo em diferenças reais entre os dois ambientes testados.

As condições de manejo não produziram resultados diferenciados na maioria dos caracteres avaliados (Tabela 2). Nos ambientes em que foram conduzidos os experimentos, não ocorreu grande intensidade de moléstias. De modo geral, o controle de moléstias não foi efetivo para diferenciar os tratamentos envolvendo emprego ou não de fungicida, uma vez que a infecção por ferrugem-da-folha e do colmo, principais moléstias da aveia no sul do Brasil, ficaram em níveis bastante reduzidos. O uso de N afetou apenas os caracteres estatura de planta e rendimento biológico (Tabela 2); a análise de variância com um modelo considerando fungicida e N como fatores individuais não produziu resultados distintos. A aplicação de duas doses no início do alongamento do colmo determinou plantas mais elevadas e com maior produção de matéria seca. Por outro lado, esse efeito no rendimento biológico não significou maior translocação de fotoassimilados para os grãos. Da mesma forma, o número de grãos por panícula não foi influenciado pelo N em cobertura, sugerindo que as aplicações foram realizadas após a diferenciação do primórdio floral.

As cultivares testadas apresentaram comportamento diferenciado em todos os caracteres avaliados. Os genótipos mais antigos tiveram como características gerais plantas mais tardias e de estatura mais elevada (Tabela 3). A separação de dois grupos baseados no ano de lançamento da cultivar UFRGS 7, demonstrou que as cultivares lançadas mais recentemente têm maior índice de colheita, panículas com maior número de grãos, grãos mais pesados e de melhor qualidade, revelada pela média do peso do hectolitro (Tabelas 3 e 4). Esses resultados estão de acordo com o direcionamento pretendido de seleção cobrado aos programas de melhoramento de aveia do sul do Brasil (Federizzi et al., 1997). A cultivar UFRGS 7 foi estabelecida como critério para divisão das cultivares novas e antigas tendo em vista as

características genótipo moderno de aveia, precocidade e baixa estatura.

A estimativa do progresso genético tem sido realizada de diferentes maneiras (Schmidt, 1984; Specht & Williams, 1984). Neste trabalho esse progresso foi medido a partir de um experimento com diferentes

níveis de manejo, e envolveu 15 cultivares de aveia lançadas desde 1957. Franco & Carvalho (1987) também utilizaram esse sistema de experimento em trigo, objetivando retirar da estimativa do progresso genético o efeito do uso de maiores níveis de adubação nitrogenada e de maiores densidades de semeadura.

**TABELA 1.** Análise de variância para os caracteres ciclo vegetativo (DF), estatura de planta (EST), rendimento biológico (RB), rendimento de grãos (RGR), peso do hectolitro (PH), índice de colheita (IC), número de panículas/m (NPAN), número de grãos/panícula (NGR) e peso de grão (PGR) em 15 cultivares de aveia-branca lançadas em diferentes anos, cultivadas em dois locais (Ponta Grossa, PR, e Eldorado do Sul, RS) e submetidas a quatro condições de manejo de cultura (com e sem adubação nitrogenada, com e sem controle fúngico).

Causa da variação	GL	Quadrado Médio								
		DF	EST	RB (x 10 <sup>6</sup> )	RGR (x 10 <sup>5</sup> )	IC	PH	NPAN	NGR	PGR
Repetição	3	0	76	16,0	5,8	0,01	69	50	261	9
Local (L)	1	-	541*	1,4	10,0	0,50*	49.915**	7.424	20.686**	178
Erro A	2	-	17	9,8	1,5	0,01	54	530	275	19
Tratamento (T)	3	3	873*	91,0*	40,0	0,01	11	742	446	14
L x T	3	-	778	69,0	26,0	0,02	54	180	184	9
Erro B	15	9	278	22,0	22,0	0,01	25	455	308	24
Cultivar (V)	14	702**	2.671**	14,0**	16,0**	0,01**	111**	851**	1.760**	186**
Linear	1	4.177*	1.070	20,0	70,0*	0,05	478*	488	58	971*
Desvio	13	5.623	36.432	190,0	190,0	0,17	1.236	14.525	37.984	2.575
L x V	14	-	400**	5,4**	20,0**	0,01**	31**	198	448**	84**
T x V	42	4	50	3,1	1,2	0,00	9	132	201	7
L x T x V	42	-	55	3,2	1,9	0,00	7	77	144	6
Erro C	341	4	68	2,5	1,7	0,00	8	120	195	6
CV (%)		2,4	7,2	19,3	16,3	11,9	6,8	21,9	21,7	7,3

\* e \*\* Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

**TABELA 2.** Média dos caracteres ciclo vegetativo (DF), estatura de planta (EST), rendimento biológico (RB), rendimento de grãos (RGR), peso do hectolitro (PH), índice de colheita (IC), número de panículas/m (NPAN), número de grãos/panícula (NGR) e peso de grão (PGR) observada em 15 cultivares de aveia-branca em Ponta Grossa, PR, e Eldorado do Sul, RS, e submetidas a diferentes condições de manejo, com fungicida e com nitrogênio (CFCN), com fungicida e sem nitrogênio (CFSN), sem fungicida e com nitrogênio (SFCN) e sem fungicida e sem nitrogênio (SFSN)<sup>1</sup>.

Local	DF (dias)	EST (cm)	RB (kg/ha)	RGR (kg/ha)	PH (kg/100 L)	IC (%)	NPAN	NGR	PGR (mg)
Eldorado do Sul	-	116a	8.244a	2.602a	53,4a	0,33b	44a	74a	33,2a
Ponta Grossa	85	114b	8.113a	2.486a	28,0b	0,41a	55a	56b	34,9a
Tratamento									
CFCN	85	118a	9.109a	2.800	42,0	0,37	51	66	34,7
CFSN	85	113b	7.735ab	2.462	42,8	0,37	48	67	33,8
SFCN	85	118a	8.855ab	2.705	42,2	0,35	53	67	33,5
SFSN	85	112b	6.850b	2.308	42,1	0,38	45	62	34,0

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A ausência de interação entre as cultivares e os níveis de manejo demonstraram que os genótipos testados responderam de maneira similar às práticas de manejo empregadas (Tabela 1). A separação dos efeitos lineares por ano de lançamento permitiu detectar ganhos genéticos lineares para os caracteres ciclo vegetativo, rendimento de grãos, peso de grão e peso do hectolitro (Fig. 1). No entanto, os coeficientes de

**TABELA 3. Cultivar, ano de lançamento e média dos caracteres ciclo vegetativo (DF), estatura de planta (EST), rendimento biológico (RB), rendimento de grãos (RGR) e índice de colheita (IC) em aveia-branca, em Eldorado do Sul (ES) e Ponta Grossa (PG)<sup>1</sup>.**

Cultivar	Ano	DF (dias)		EST (cm)		RB (kg/ha)		RGR (kg/ha)		IC (%)	
		ES	PG	ES	PG	ES	PG	ES	PG	ES	PG
Suregrain	1957	-	106a	119bcd	105cde	7.690bcd	7.296a	2.411cde	2.151c	0,33abcd	0,37e
Coronado	1968	-	86c	119bc	113bc	7.242cd	7.594a	2.261cdef	2.114c	0,32abcd	0,39de
UPF1	1982	-	82e	125ab	128a	9.833a	8.904a	2.757abcd	2.659bc	0,28bcd	0,38de
UFRGS2	1982	-	85cd	123b	122ab	7.028cd	8.686a	1.800f	2.330bc	0,27d	0,39de
UPF5	1984	-	88c	137ab	128a	9.333a	9.525a	2.841abc	2.631bc	0,33abcd	0,37e
UFRGS4	1984	-	86c	127ab	127a	7.571bcd	7.996a	1.987ef	2.369bc	0,27cd	0,39de
UFRGS7	1985	-	78f	101ef	91f	7.186cd	8.496a	2.311cdef	3.440a	0,33abcd	0,48a
UFRGS8	1985	-	73g	121bc	113bc	6.736d	7.667a	2.147def	2.833b	0,33abcd	0,47a
UPF7	1986	-	95b	110cde	104cde	8.903abc	7.072a	2.570bcde	2.157c	0,31abcd	0,40cd
UFRGS10	1986	-	83de	118bcd	111cd	9.213ab	8.594a	3.246a	2.315bc	0,35ab	0,40cde
UPF13	1989	-	88c	114bcde	113bcd	8.218abcd	7.970a	3.237a	2.060c	0,39a	0,39cde
CTC5	1992	-	82e	122bc	122ab	8.888abc	7.812a	3.167ab	2.457bc	0,35ab	0,41bcd
UPF16	1993	-	81fe	106def	103de	10.080a	8.660a	3.248a	2.665bc	0,33abcd	0,46ab
UFRGS14	1993	-	82e	94f	100ef	7.104cd	7.121a	2.388cdef	2.589bc	0,34abcd	0,44abc
UFRGS17	1996	-	81e	103ef	124a	8.641abcd	8.300a	2.658abcde	2.520bc	0,35abc	0,40cde

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**TABELA 4. Cultivar, ano de lançamento e média dos caracteres peso do hectolitro (PH), número de panículas/m (NPAN), número de grãos/panícula (NGR) e peso de grão (PGR) em aveia-branca, em Eldorado do Sul (ES) e Ponta Grossa (PG)<sup>1</sup>.**

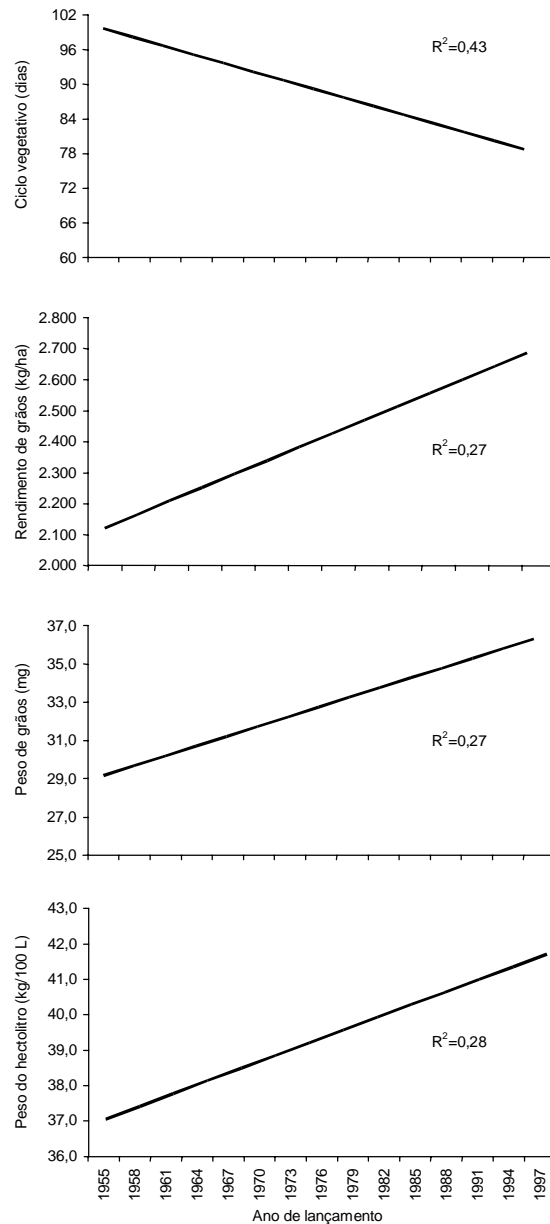
Cultivar	Ano	PH (kg/100 L)		NPAN		NGR		PGR (mg)	
		ES	PG	ES	PG	ES	PG	ES	PG
Suregrain	1957	51,5bc	24,6d	41abcd	56ab	77bcde	51abc	30,0de	30,1g
Coronado	1968	53,2bc	25,0cd	38bcd	59ab	69cde	48abc	34,2cd	33,0def
UPF1	1982	55,0ab	30,5a	43abcd	54abc	93ab	58ab	31,3de	38,4abc
UFRGS2	1982	51,4bc	22,9d	33cd	57ab	79bcde	63ab	27,8ef	32,4efg
UPF5	1984	55,1ab	29,4ab	37cd	48bc	104a	66a	32,5cde	33,3def
UFRGS4	1984	50,8bc	26,4bc	33d	50bc	75bcde	56abc	31,4de	31,7fg
UFRGS7	1985	49,6c	23,9d	53ab	69a	71bcde	60ab	23,8f	35,6cde
UFRGS8	1985	53,6bc	32,6a	31d	38c	70cde	60ab	41,6a	39,0ab
UPF7	1986	53,1bc	26,2bcd	51abc	59ab	75bcde	45bc	31,0de	30,3fg
UFRGS10	1986	54,6ab	29,4ab	55a	63ab	56e	52abc	33,1cde	35,1cde
UPF13	1989	53,6ab	28,0abc	52ab	52abc	60de	49abc	35,0cd	35,7bcd
CTC5	1992	58,0a	28,5abc	47abcd	53abc	90abc	68a	31,8de	39,4a
UPF16	1993	54,8ab	31,0a	44abcd	56ab	84abcd	64ab	36,0bcd	35,5cde
UFRGS14	1993	52,4bc	30,8a	53ab	55abc	49e	38c	40,5ab	36,4bc
UFRGS17	1996	54,2ab	30,7a	49abc	54abc	60e	58ab	38,0abc	38,1abc

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

determinação dessas regressões foram baixos, indicando que outros fatores não incluídos no modelo tiveram participação importante na determinação da expressão dos caracteres. Specht & Williams (1984) e Cox et al. (1988) também observaram desvios da regressão em soja e trigo, respectivamente. A pequena incidência de ferrugem observada em ambos os experimentos e a colheita manual das parcelas pode ter contribuído para o nivelamento das cultivares mais antigas, refletindo em estimativas de regressão com maiores desvios.

O ganho genético anual nos quatro caracteres foram lineares e não demonstraram tendência para redução da taxa de progresso genético, uma vez que os modelos quadráticos não foram significativos, indicando a possibilidade de ganhos posteriores a partir da seleção de novos genótipos (Fig. 1). Para o ciclo vegetativo o progresso foi de uma redução de 1,5 dia ao ano, ou seja, aproximadamente 21% em 40 anos. Cox et al. (1988) também detectou progresso genético para a redução do ciclo vegetativo da ordem de um dia ao ano, em trigo. Por sua vez, Lynch & Frey (1993) não detectaram progresso em relação a esse caráter em cultivares de aveia cultivadas no estado de Iowa (EUA). No Brasil, esse caráter sofreu intensa pressão de seleção por parte dos melhoristas de aveia na Região Sul. A introdução inicial de cultivares de aveia nessa região foi realizada com genótipos provenientes do Uruguai e Argentina, os quais apresentavam problemas de adaptação à estação de crescimento (Federizzi et al., 1997). Dessa forma, a redução do ciclo foi fundamental para a inclusão da aveia como uma alternativa de inverno, possibilitando o cultivo posterior da soja e evitando o período de enchimento de grãos em uma época com maior possibilidade de incidência de ferrugem-dafolha e do colmo.

O rendimento de grãos cresceu na ordem de 44 kg/ha.ano (Fig. 1), com um ganho de 22% em 40 anos. Ganhos superiores para rendimento de grãos em aveia (43%) foram estimados por Wych & Stuthman (1983) durante 56 anos, em Minnesota (EUA). Lynch & Frey (1993) também detectaram progresso genético para esse caráter em Iowa, entretanto, o ganho foi maior em ambientes com deficiências para o desenvolvimento normal da cultura. Os autores relacionaram o melhor desempenho das



**FIG. 1.** Regressão linear para os caracteres ciclo vegetativo, rendimento de grãos, peso de grãos e peso do hectolitro em relação ao ano de lançamento de 15 cultivares de aveia-branca cultivadas em dois locais (Ponta Grossa, PR, e Eldorado do Sul, RS) e submetidas a quatro condições de manejo de cultura (com e sem adubação nitrogenada, com e sem controle fúngico).

cultivares modernas com uma maior capacidade de aproveitamento da umidade do solo e uma menor taxa de senescência. Neste experimento, o ambiente não demonstrou limitações para o crescimento e desenvolvimento das plantas. De maneira geral, as correlações entre os caracteres avaliados foram reduzidas, indicando que nenhum caráter agrônômico em especial teve uma influência decisiva no incremento do rendimento de grãos de aveia-branca no sul do Brasil (Tabela 5). O componente do rendimento que mais contribuiu para o ganho em rendimento de grãos foi o peso de grão. Em 40 anos, o valor foi elevado na ordem de 20%, representando um ganho anual de 0,5 mg/ano (Fig. 1). Os demais componentes do rendimento não sofreram progresso genético significativo nesse período. Esses resultados podem ser explicados pelo método de seleção adotado nos últimos anos para aveia no sul do Brasil. As panículas selecionadas têm sido colhidas individualmente e debulhadas. Após a debulha, as panículas com grãos pequenos ou desuniformes são eliminadas, caracterizando uma forte pressão de seleção para incrementar o peso de grão. Wich & Stuthman (1983) e Cox et al. (1988) também observaram maior peso de grão em cultivares modernas de aveia e trigo, respectivamente. Esses trabalhos, em conjunto com os resultados obtidos no presente experimento, não concordam

com a tendência apontada por Feil (1992), o qual destacou que a maioria dos trabalhos com cereais indicavam um incremento no número de grãos por unidade de área como o componente de maior importância no incremento do rendimento de grãos.

A crescente demanda por dietas mais equilibradas tem determinado um maior cuidado com a qualidade de grãos em aveia-branca, uma vez que esse produto é excelente para a alimentação humana e animal. Assim sendo, os programas de melhoramento do sul do Brasil têm selecionado para o incremento do peso do hectolitro, que é uma medida de qualidade de grãos. Os resultados obtidos indicaram que a seleção realizada nos últimos anos tem determinado o lançamento de cultivares de aveia-branca com peso de hectolitro superiores. O ganho anual para esse caráter foi estimado em 400 g/100 L, representando um ganho total de 12%.

Os demais caracteres avaliados não apresentaram progresso genético com o lançamento de novas cultivares, o que aponta para a inexistência de pressão de seleção ou de seleção ineficiente com relação a esses caracteres. A estatura de planta tem sido foco da atenção dos melhoristas de aveia no sul do Brasil. As cultivares modernas são, de maneira geral, mais baixas do que as antigas (Tabela 3); entretanto, cultivares lançadas na fase inicial dos programas de

**TABELA 5. Correlações fenotípicas entre os caracteres ciclo vegetativo (DF), estatura de planta (EST), rendimento biológico (RB), rendimento de grãos (RGR), peso do hectolitro (PH), índice de colheita (IC), número de panículas/m (NPAN), número de grãos/panícula (NGR) e peso de grão (PGR) em 15 cultivares de aveia-branca lançadas em diferentes anos e cultivadas em dois locais (Ponta Grossa, PR, e Eldorado do Sul, RS) e submetidas a quatro condições de manejo de cultura (com e sem adubação nitrogenada, com e sem controle fúngico).**

Caráter	DF	EST	RB	RGR	PH	IC	NPAN	NGR
EST	-0,01							
RB	-0,10	0,28**						
RGR	-0,32**	0,09	0,60**					
PH	-0,37**	0,11*	0,06	0,13*				
IC	-0,47**	-0,28**	-0,29**	0,25**	-0,49**			
NPAN	0,08	-0,19**	0,45**	0,35**	-0,36**	0,24**		
NGR	-0,13	0,31**	0,29**	0,24**	0,49**	-0,33**	-0,25**	
PGR	-0,61**	-0,01	0,04	0,20**	-0,14*	0,36**	0,05	-0,18**

\* e \*\* Significativamente diferente de zero a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

melhoramento (1982-1986) apresentavam estatura igual ou superior às cultivares introduzidas, determinando a não linearidade do progresso genético para esse caráter. Da mesma forma, o caráter rendimento biológico não demonstrou progresso genético, refletindo também na ausência de progresso para o índice de colheita, o qual teve uma média geral de 37%.

Este trabalho permitiu a separação dos efeitos da constituição genética e do ambiente; desta forma, pôde ser verificada a ocorrência de ganhos genéticos altamente expressivos para diferentes caracteres de interesse agrônomo em aveia-branca. Resultados similares já tinham sido apresentados por Barbosa Neto et al. (1996), que realizaram uma análise de ganho fenotípico, sem separar os efeitos de ambiente e da interação genótipo x ambiente.

### CONCLUSÕES

1. Os programas de melhoramento genético de aveia-branca do sul do Brasil têm sido eficientes em produzir novas cultivares com maiores rendimento e qualidade de grãos e com caracteres agrônômicos superiores.

2. O patamar máximo para melhoramento dessa espécie ainda não foi atingido, o que possibilita a obtenção de ganhos genéticos nos próximos anos.

3. Os caracteres que evidenciam ganho genético nesses 40 anos de cultivo com cultivares melhoradas de aveia-branca são a duração do ciclo vegetativo, o rendimento de grãos, o peso de grãos e o peso do hectolitro.

4. Nenhum caráter específico é o único responsável pelo incremento no rendimento de grãos observado.

### REFERÊNCIAS

- BARBOSA NETO, J.F.; CARVALHO, F.I.F. de; FEDERIZZI, L.C. Progressos em caracteres de importância agrônoma em aveia. In: REUNIÃO DA COMISSÃO SULBRASILEIRA DE AVEIA, 16., 1996, Florianópolis. **Anais**. Florianópolis : UFSC, 1996. p. 98-101.
- COX, T.S.; SHROYER, J.P.; BEM-HUI, L.; SEARS, R.G.; MARTIN, T.J. Genetic improvement in agronomic traits of hard red winter wheat cultivars from 1919 to 1987. **Crop Science**, Madison, v.28, p.756-760, 1988.
- FEDERIZZI, L.C.; BARBOSA NETO, J.F.; CARVALHO, F.I.F. de; VIAU, L.V.M.; SEVERO, J.L.; FLOSS, E.L.; ALVES, A.; ALMEIDA, J.; SILVA, A.C. da. Estabilidade do rendimento de grãos em aveia: efeito do uso de fungicidas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.4, 465-472, abr. 1993.
- FEDERIZZI, L.C.; MILACH, S.C.K.; BARBOSA NETO, J.F.; PACHECO, M.T. Melhoramento genético de trigo e aveia no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS, 1997, Lavras. **Anais**. Lavras : UFLA, 1997. p.127-146.
- FEIL, B. Breeding progress in small grain cereals: a comparison of old and modern cultivars. **Plant Breeding**, Berlin, v.108, p.1-11, 1992.
- FRANCO, F. de A.; CARVALHO, F.I.F. de. Progresso genético no rendimento do trigo e sua associação com diferentes caracteres sob variações ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.22, n.3, p.311-321, mar. 1987.
- LYNCH, P.J.; FREY, K.J. Genetic improvement in agronomic and physiological traits of oat since 1914. **Crop Science**, Madison, v.33, p.984-988, 1993.
- RUSSELL, W.A. Comparative performance for maize hybrids representing different eras of maize breeding. In: ANNUAL CORN & SORGHUM RESEARCH CONFERENCE, 29., 1977, Chicago. **Proceedings**. Washington : American Seed Trade Association, 1977. p.81-101.
- SAS INSTITUTE (Cary, United States). **SAS user guide: statistics**. Cary, 1988. 315p.
- SCHMIDT, J.W. Genetic contributions to yield gains in wheat. In: FEHR, W.R. (Ed.). **Genetic contributions to yield gains of five major crop plants**. Madison : Crop Science Society of America, 1984. p.89-101. (CSSA Special Publication, 7).
- SPECHT, J.E.; WILLIAMS, J.H. Contribution of genetic technology to soybean productivity: retrospect and prospect. In: FEHR, W.R. (Ed.). **Genetic contributions to yield gains of five major crop plants**. Madison : Crop Science Society of America, 1984. p.49-74. (CSSA Special Publication, 7).
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**. New York : McGraw-Hill, 1980. 633p.
- WYCH, R.D.; STUTHMAN, D.D. Genetic improvement in Minnesota-adapted oat cultivars released since 1923. **Crop Science**, Madison, v.23, p.879-881, 1983.