

VARIABILIDADE GENÉTICA PARA TEOR DE PROTEÍNA BRUTA EM GRÃOS DE AVEIA

GENETIC VARIABILITY FOR TOTAL GRAIN PROTEIN IN OAT

Rodrigo Rodrigues Matiello¹ Maria Jane Cruz de Mello Sereno² José Fernandes Barbosa Neto²
Fernando Irajá Felix de Carvalho² Ivone Taderka³ Diego Girardi Pegoraro³

RESUMO

O aumento da utilização dos grãos de aveia na alimentação humana tem estimulado os melhoristas a selecionar genótipos com alta qualidade de grãos. O presente trabalho foi realizado com o objetivo de identificar e caracterizar a variabilidade genética para o caráter teor de proteína bruta de grãos em genótipos cultivados de aveia, introduções silvestres de *A. fatua* L., *A. sterilis* L. e em populações híbridas de *A. sativa* L. x *A. sterilis* L. Os resultados revelaram uma ampla variabilidade genética para o caráter dentro dos grupos estudados. As diferenças observadas entre os genótipos cultivados parecem ocorrer devido a constituição genotípica diferenciada. O grupo silvestre de *A. sterilis* L. foi, em média, superior aos demais, sendo que a introdução I-325 se destacou pelo alto teor de proteína. O comportamento similar entre as introduções de *A. fatua* L. pode ser atribuído a coleta de introduções de apenas uma região, o que reduziu a variabilidade genética. Foram encontrados híbridos artificiais entre *A. sativa* L. x *A. sterilis* L. com alto teor de proteína e características desejáveis do grupo cultivado.

Palavras-chave: proteína, aveia hexaplóide e melhoramento genético.

SUMMARY

The increased use of oat grains as human food has stimulated plant breeders to select genotypes with high grain

quality. This work aimed to identify and characterize genetic variability for total grain protein in cultivated oat and introductions of *A. fatua* L., *A. sterilis* L. and hybrid populations from *A. sativa* L. x *A. sterilis* L.. The results showed a large genetic variability for the trait in the studied groups. Differences among cultivated oat genotypes may be attributed to different genetic constitution. *A. sterilis* L. group showed high protein content specially with the introduction of I-325. Genotypes from *A. fatua* L. showed similar low levels of protein probably because the narrow range of regions sampled in this study. Some hybrids from *A. sativa* L. x *A. sterilis* L. showed high protein content and acceptable agronomic traits.

Key words: protein, hexaploid oat and plant breeding

INTRODUÇÃO

A crescente demanda de utilização dos grãos de aveia na alimentação humana e animal tem despertado o interesse dos pesquisadores em melhorar a qualidade do grão. Desta forma, um dos caracteres que assume importância fundamental é o teor de proteína bruta do grão. Em regiões do mundo onde a deficiência de proteína existe nas dietas alimentares, a utilização de cereais, que apresentem um elevado teor

¹Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Bolsista Recém-mestre, da FAPERGS, Departamento de Plantas de Lavoura (DPL), Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Caixa Postal 776, 95501-970, Porto Alegre, RS. Autor para correspondência.

²Professor, PhD, DPL, UFRGS.

³Estudante de Iniciação Científica do DPL, Bolsista do CNPq.

de proteína e um excelente balanço de aminoácidos essenciais, justifica a importância de melhorar a qualidade dos grãos, principalmente no incremento do teor de proteína bruta. A busca de variabilidade genética para este caráter está sendo intensificada a nível de raças ancestrais relacionadas ao grupo cultivado, como a *A. sterilis* L. e *A. fatua* L. (LYRENE & SHANDS, 1975; IWIG & OHM, 1976; TAKEDA & FREY, 1979; LUBY & STUTHMAN, 1983; REICH & BRINKMAN, 1984; COX & FREY, 1985).

A *Avena fatua* L., é uma aveia silvestre, hexaplóide ($2n=6x=42$), conhecida como planta daninha nociva da América do Norte e de outras regiões produtoras de grãos do mundo. Ela é distinguida morfológicamente das aveias cultivadas, por apresentar aristas longas e geniculadas e pelos grãos serem liberados via abscisão individual das flores.

Normalmente, os genótipos possuem grãos de coloração escura (cinza, marrom ou vermelha) e pubescência na lema, na ráquila e na base dos grãos (LUBY & STUTHMAN, 1983). No Brasil, foi introduzida, provavelmente como impureza das sementes de outros cereais ou das próprias aveias cultivadas. Na região sul, ocorre de forma subspontânea, como invasora de cultivos ou em beiras de estradas (DILLENBURG, 1984).

Muitos pesquisadores têm encontrado correlações negativas entre rendimento de grãos e percentagem de proteína em grãos de aveia (JENKINS, 1969; SRAON *et al.*, 1975). Contudo, SPILDE *et al.* (1974), identificaram progênies híbridas de *A. sativa* L. x *A. sterilis* L. com alto rendimento de grãos e elevado rendimento de proteína, sugerindo a existência de potencial para a obtenção de genótipos com melhoria no rendimento de grãos e na percentagem de proteína. A associação de proteína bruta com outras características indesejáveis no grupo cultivado como: grãos finos, debulha natural dos antécios, presença de arista e coloração escura do grão, também tem sido identificados em cruzamentos de *A. sativa* L. com *A. fatua* L. e com *A. sterilis* L. (CAMPBELL & FREY, 1972; LYRENE & SHANDS, 1975a).

Com o objetivo de determinar o controle genético do caráter proteína bruta em cruzamentos com *A. sterilis* L., IWIG & OHM (1976) observaram que a capacidade geral de combinação foi altamente significativa para percentagem de proteína na geração F_1 , indicando um possível efeito gênico aditivo.

Para a utilização de raças silvestres de aveia, em cruzamentos com os genótipos cultivados,

visando a melhoria das características de qualidade dos grãos, é necessário a caracterização da variabilidade genética. Neste sentido, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de identificar e caracterizar a variabilidade genética para o caráter teor de proteína bruta dos grãos em genótipos cultivados, introduções silvestres de *A. fatua* L., *A. sterilis* L. e populações híbridas artificiais de *A. sativa* L. x *A. sterilis* L.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados, para este estudo, genótipos cultivados de aveia (*Avena sativa* L.) desenvolvidos no Sul do Brasil, populações híbridas de *Avena sativa* L. X *Avena sterilis* L., introduções silvestres de *Avena fatua* L. e introduções silvestres de *Avena sterilis* L. (Tabela 1).

A avaliação do teor de proteína bruta em grãos de aveia foi realizado no Laboratório de Fisiologia Vegetal do Departamento de Plantas de Lavoura da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no ano de 1994. Foram utilizados 12 genótipos de *A. sativa* L., oito introduções silvestres de *A. fatua* L., quatro introduções silvestres de *A. sterilis* L. e doze populações híbridas de *A. sativa* L. X *A. sterilis* L..

As amostras de grãos descascados dos genótipos cultivados e introduções silvestres de *A. fatua* L. foram provenientes da panícula principal de plantas semeadas a campo, em 1994. Os grãos das introduções silvestres de *A. sterilis* L. e das populações híbridas foram coletados de panículas principais estocadas no banco de germoplasma silvestre, armazenadas em câmara fria na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A digestão das amostras foi realizada com ácido sulfúrico e água oxigenada. Para a destilação das amostras foi utilizado o Método de Arraste com vapor (micro-Kjeldahl), conforme descrito por TEDESCO *et al.* (1985). Após determinado o conteúdo de nitrogênio das amostras, os valores obtidos foram multiplicados por 6,25 para a estimação do teor de proteína bruta do grão.

O experimento foi conduzido no delineamento completamente casualizado, com quatro repetições, onde cada tubo de ensaio com a amostra foi considerado uma unidade experimental e a análise estatística foi constituída de análise de variância para cada grupo e entre os grupos de aveia hexaplóide e as médias dos genótipos foram comparadas através do teste de Duncan em nível de 5 % de significância.

Tabela 1- Teor médio de proteína (%) nos genótipos do grupo e entre os grupos de aveia cultivado (1), *Avena fatua* L. (2) *Avena sterilis* L. (3) e híbridos (*A. sativa* L. X *A. sterilis* L.) (4). F.A./UFRGS, 1994.

Genótipo	Grupo	Genealogia	% Proteína	Médias
UFRGS-14	1	805165 // COR ² /CTZ ¹ /PENDEX / ME 1563	18,97A ¹	
UFRGS-9120101	1	Sel. UFRGS-18	18,31AB	
UPF-16	1	CORONADO/X1790-2/Sel. 11-PF // X 3530-40	17,36 BC	
UPF-7	1	TCFP /X 25033-11	17,36 BC	
UFRGS-15	1	COR ² /CTZ ¹ /PENDEX/ME1563 // L16/ CR _{crx} -C7512// 74C8014	16,83 CD	
UPF-15	1	CKER 8233 // IL 3776 / OA 338	16,80 CD	16,02 b ²
UFRGS-17	1	COR ² / CTZ ¹ / PENDEX / ME 1563 // 76 29 / 76 23 / 75 23 // C1 833	16,00 DE	
UFRGS-91905	1	UFRGS-15 / UFRGS-88:920	15,52 E	
UFRGS-7	1	X : 205 / FLA 1093	15,19 E	
UFRGS-881920	1	Sel C16 CR _{crx} / C7512/SR _{crx} / 74C8014	13,74 F	
UFRGS-8	1	OA 338 / X 2682-1	13,21 F	
UFRGS-10	1	C 1217 // CORONADO / BCLA	12,96 F	
CV (%)			4,22	
I-93064	2	Introdução de <i>A. fatua</i> L.	16,43A	
I-93065	2	Introdução de <i>A. fatua</i> L.	16,08AB	
I-93054	2	Introdução de <i>A. fatua</i> L.	15,83 BC	
I-93053	2	Introdução de <i>A. fatua</i> L.	15,43 CD	15,46 b
I-93028	2	Introdução de <i>A. fatua</i> L.	15,32 CDE	
I-93038	2	Introdução de <i>A. fatua</i> L.	14,99 DE	
I-93100	2	Introdução de <i>A. fatua</i> L.	14,84 DE	
I-93035	2	Introdução de <i>A. fatua</i> L.	14,77 E	
CV (%)			2,49	
I-325	3	Introdução de <i>A. Sterilis</i> L.	30,99A	
I-377	3	Introdução de <i>A. Sterilis</i> L.	16,81 B	19,72a
I-378	3	Introdução de <i>A. Sterilis</i> L.	16,71 B	
I-ARG	3	Introdução de <i>A. Sterilis</i> L.	14,37 C	
CV (%)			4,51	
UPF-7 / I-377	4	Geração F3	21,66A	
UFRGS-8 / I-377	4	Geração F2	19,95 B	
40380-2	4	RC1F3 de UPF-7 / I-377	17,06 C	
40374-3	4	F2 de UFRGS-7 / I-377	16,81 C	
40378-1	4	F3 de UPF-7 / I-378	16,33 C	
UPF-7 / I-378	4	Geração F3	16,12 C	15,95 b
UFRGS-7 / I-325	4	Geração F2	14,54 D	
UFRGS-8 / I-325	4	Geração F2	14,39 D	
40375-4	4	RC1F4 de UFRGS-7 / I-377	14,27 D	
UPF-7 / I-ARG	4	Geração F2	14,27 D	
B3 L38 F1	4	F3 de UPF-7 / I-377	13,71 D	
B3 L30 F2	4	F4 de UPF-7 / I-377	12,35 E	
CV (%)			5,63	5,49

¹ Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de significância, entre genótipos do mesmo grupo.

² Médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de significância, entre os grupos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O comportamento dos genótipos de aveia testados nos diferentes grupos revelou diferenças significativas pela análise da variância, indicando uma grande variabilidade genética dentro de cada grupo para o caráter teor médio de proteína bruta (Tabela 1).

A ampla variabilidade genética observada no grupo cultivado parece ser um efeito das combinações genotípicas diferenciadas entre os genótipos (Tabela 1). O alto teor de proteína evidenciado em alguns dos genótipos de aveia recentemente desenvolvidos (UFRGS-14 e UFRGS-9120101) parece estar associado com a melhoria das qualidades físicas do grão (tamanho, peso e rendimento industrial), pois estes genótipos nunca sofreram pressão de seleção direta para teor de proteína e, portanto, este caráter está sendo melhorado indiretamente. A reduzida amplitude de variação encontrada entre as introduções de *A. fatua* L. para teor de proteína (1,66%), pode ser explicada pela similaridade entre elas, pois estas introduções foram coletadas numa mesma região e, possivelmente, este fator influenciou na redução da variabilidade genética entre as introduções avaliadas. Apesar disto, LUBY & STUTHMAN (1983) não encontraram diferenças significativas no teor médio de proteína do grão de genótipos cultivados e silvestres de *A. fatua* L., portanto sendo possível encontrar introduções de *A. fatua* L. com nível aceitável de proteína no grão. Apesar do pequeno número de introduções silvestres de *A. sterilis* L. avaliadas, foi possível encontrar uma introdução com alto teor de proteína (I-325), significativamente superior a todos os genótipos dos quatro grupos avaliados, podendo ser considerada uma introdução potencial a ser utilizada em programas de melhoramento, quando o objetivo for incrementar o teor de proteína bruta existente nos genótipos cultivados de aveia. FREY *et al.* (1975) observaram introduções silvestres de *A. sterilis* L. com valores de proteína do grão acima de 35% e portanto, sendo fontes de genes para alto teor de proteína em grãos de aveia. Normalmente o alto teor de proteína em raças silvestres (*A. sterilis* L.) está associado com características indesejáveis para o grupo cultivado como: debulha natural do grão, arista e coloração escura do antécio (CAMPBELL & FREY, 1972). Entretanto, esta associação pode ser rompida pelo aumento das gerações de recombinação com o genitor cultivado, quebrando os blocos de ligação e possibilitando a ocorrência de recombinantes superiores em teor de proteína bruta, com ausência das características indesejáveis do grupo silvestre. Este comportamento pode ser observado para o grupo das populações

híbridas de *A. sativa* L. X *A. sterilis* L., que revelaram alto teor de proteína, mesmo tendo sido selecionadas para o tipo cultivado (UPF-7 x I-377 e UFRGS-8 x I-377). Para o cruzamento UPF-7 x I-377 foi evidenciado comportamento transgressivo, pois a média da população foi superior ao teor de proteína médio de cada genitor. Isso pode ser explicado pela ocorrência de genes complementares entre os genitores, já que o caráter tem apresentado ação gênica de aditividade (LUBY & STUTHMAN, 1983). Neste sentido, COX & FREY (1985) sugeriram que alguns alelos para alto teor de proteína bruta em grãos de *A. sterilis* L. e *A. sativa* L. eram diferentes e, possivelmente, complementares, o que facilitaria a obtenção de populações híbridas com alto teor de proteína no grão. Outro aspecto a ressaltar para o cruzamento UPF-7 x I-377 é o efeito da seleção artificial para caracteres agronômicos, que resultou em duas populações (F³) em classes fenotípicas distintas para o caráter proteína bruta, superior e inferior (UPF-7 X I-377=21,66% e B3L38P1=13,71%, respectivamente). LYRENE & SHANDS (1975) também obtiveram progênies de *A. sativa* L. X *A. sterilis* L. com alto teor de proteína, mas normalmente associado com debulha natural da cariopse, grãos pequenos e maturação tardia. Os pesquisadores indicaram que as linhas mais promissoras seriam aquelas intermediárias aos genitores para teor de proteína e com caracteres agronômicos desejáveis do grupo cultivado.

Embora os caracteres de espiguetas observados no grupo silvestre de *A. fatua* L. sejam indesejáveis no grupo cultivado, podem existir ligações genéticas entre estes caracteres com o teor de proteína (CAMPBELL & FREY, 1972; LYRENE & SHANDS, 1975; FREY, 1977). Entretanto, THOMAS *et al.* (1980) selecionaram plantas com alto teor de proteína do grão, sem características indesejáveis de espiguetas, em cruzamentos de *A. sativa* L. X *A. magna*. SRAON *et al.* (1975), estudando a ação gênica para o caráter proteína em aveia, a partir de cruzamentos de *A. sativa* L. X *A. sterilis* L., observaram indivíduos recombinantes com alto teor de proteína (25%) e rendimento de grão superior ao genitor cultivado.

CONCLUSÕES

As introduções silvestres de *A. fatua* L. apresentam teor de proteína bruta intermediária e pequena amplitude de variação;

A. sterilis L. (I-325) é considerada uma fonte de genes para alto teor de proteína bruta, pois revela o mais alto teor de proteína entre os genótipos

dos grupos avaliados, podendo ser utilizada em programas de melhoramento; e, a transferência de genes de importância para a qualidade de grãos para os genótipos cultivados é possível através da utilização de raças silvestres de aveia, devido ao comportamento superior de algumas populações híbridas entre *A. sativa* L. x *A. sterilis* L. para o caráter teor de proteína do grão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPBELL, A.R., FREY, K.J. Association between groat protein percentage and certain plant and seed traits in interspecific oat crosses. **Euphytica**, Wageningen, v. 21, p. 352 - 362, 1972.
- COX, T.S., FREY, K.J. Complementarity of genes for high groat-protein percentage from *Avena sativa* L. and *A. sterilis* L. **Crop Science**, Madison, v. 25, p. 106 - 109, 1985.
- DILLENBURG, C.R. Identificação das espécies do gênero *Avena* (*Gramineae*) coletadas no estado do Rio Grande do Sul (Brasil). **Anuário Técnico do Instituto de Pesquisas Zootécnicas 'Francisco Osório'**, Porto Alegre, v. 11, p. 65 - 102, 1984.
- FREY, K.J. Protein of oats. **Zeitschrift Pflanzenzuchtg**, Berlin, v. 78, p. 185 - 215, 1977.
- FREY, K.J., McCARTY, T., ROSIELLE, A. Straw-protein percentages in *Avena sterilis* L. **Crop Science**, Madison, v. 15, p. 716 - 718, 1975.
- IWIG, M.M., OHM, H.W. Genetic control of protein from *Avena sterilis* L. **Crop Science**, Madison, v. 16, p. 749 - 752, 1976.
- JENKINS, G. Grain quality in hybrids of *Avena sativa* L. and *Avena byzantina* C. Koch. **J Agric Sci** (Camb.) v. 72, p. 311 - 317, 1969.
- LYRENE, P.M., SHANDS, H.L. Groat protein percentage in *Avena sativa* x *A. sterilis* crosses in early generation. **Crop Science**, Madison, v. 15, p. 398 - 400, 1975.
- LYRENE, P.M., SHANDS, H.L. Associations among traits in progenies from *Avena sativa* L. X *Avena sterilis* L. crosses. **Crop Science**, Madison, v. 15, p. 361 - 363, 1975a.
- LUBY, J.J., STUTHMAN, D.D. Evaluation of *Avena sativa* L. / *Avena fatua* L. progenies for agronomic and grain quality characters. **Crop Science**, Madison, v. 23, p. 1047 - 1052, 1983.
- REICH, J.M., BRINKMAN, M.A. Inheritance of groat protein percentage in *Avena sativa* L. X *A. fatua* L. crosses. **Euphytica**, Wageningen, v. 33, p. 907 - 913, 1984.
- SPILDE, L.A., ALBRECHTSEN, R.S., RUMBAUGH, M.D. Relationship of protein percent with other phenotypic characters in interspecific oat crosses. **Crop Science**, Madison, v. 14, p. 767 - 769, 1974.
- SRAON, H.S., REEVES, D.L., RUMBAUGH, M.D. Quantitative gene action for protein content of oats. **Crop Science**, Madison, v. 15, p. 668 - 670, 1975.
- TAKEDA, K., FREY, K.J. Protein yield and its relationship to other traits in backcross populations from an *Avena sativa* X *Avena sterilis* cross. **Crop Science**, Madison, v. 19, p. 623 - 627, 1979.
- TEDESCO, M.J., VOLKWEISS, S.J., BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1985. 173 p. Boletim Técnico, 5.
- THOMAS, H., HAKI, J., ARANGZEB, S. The introgression of characters of the wild oat *Avena magna* (2n=4x=28) into the cultivated oat *A. sativa* (2n=6x=42). **Euphytica**, Wageningen, v. 29, p. 391 - 399, 1980.