



CONTEÚDO DE PROTEÍNA NA CARIOPSE EM CULTIVARES DE AVEIA BRANCA CULTIVADAS EM DIFERENTES AMBIENTES

Maraisa C. Hawerth¹; Fernando I.F. De Carvalho²; Antonio C. De Oliveira²; José A. G. Da Silva³; Luiz C. Gutkoski⁴; João F. Sartori⁵; Leomar G. Woyann⁶; Rosa L. Barbieri⁷; Fernando J. Hawerth⁸

A composição química e estrutural do grão da aveia branca é única entre os cereais, o que lhe confere uma grande aptidão para uso na alimentação humana. Entre os principais componentes químicos, se destaca pelo elevado teor de proteína, de excelente valor nutritivo e perfil de aminoácidos balanceados de alta digestibilidade, com conteúdos no grão variando de 9,0 à 25,0% (BEBER et al., 2002; ZHU et al., 2004). Trabalhos com a cultura da aveia branca demonstram a existência de efeitos de ambiente significativos sobre a definição dos diferentes componentes da qualidade química do grão de aveia, como o conteúdo de proteína (ZHU et al., 2004). Entretanto, poucas informações estão disponíveis no que se refere à expressão destes componentes em cultivares de aveia branca recomendadas para cultivo no sul do Brasil. Deste modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de cultivares de aveia branca em relação ao conteúdo de proteína na cariopse quando cultivadas em diferentes ambientes, e definir os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade utilizando o método proposto por CRUZ et al. (1989).

Os ensaios foram conduzidos nos municípios de Augusto Pestana-RS (latitude 28°27' S, longitude 53°54' O, altitude de 385 m), Capão do Leão-RS (latitude 31°45' S, longitude 52°29' O, altitude de 20 m), e Passo Fundo-RS (latitude 28°15' S, longitude 52°24' O, altitude de 687 m), nas safras de 2007, 2008 e 2009. O preparo do solo das áreas experimentais seguiu as recomendações da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia (CBPA, 2006). De acordo com a necessidade de cada local, foram efetuadas aplicações de fungicida (princípio ativo tebuconazole), na dosagem de 0,75 L ha⁻¹. Foram avaliadas 15 cultivares de aveia branca recomendadas para cultivo pela Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia: UPFA 22, UPF 15, UPF 16, UPF 18, UPFA 20, FAPA Louise, URS 20, URS

¹Eng.^a Agrônoma, Bolsista Pós-Doutor DCR CNPq/Funcap, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, e-mail: maraisacrestani@gmail.com;

²Eng.^o Agrônomo, PhD., Professor do Programa de Pós-Graduação em Agronomia área de concentração Fitomelhoramento, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS;

³Eng.^o Agrônomo, Dr., Professor Adjunto I do Departamento de Agrárias da Faculdade de Agronomia da Universidade do Noroeste do Rio Grande do Sul, Ijuí-RS;

⁴Eng.^o Agrônomo, Dr., Professor do Centro de Pesquisa em Alimentação, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo-RS;

⁵Eng.^o Agrônomo, Dr., Pesquisador Acessor da Fundação Pró-Sementes de Apoio à Pesquisa, Passo Fundo-RS;

⁶Acadêmico do Curso de Agronomia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS;

⁷Bióloga, Dr., Pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS;

⁸Eng.^o Agrônomo, Dr., Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE.

21, URS 22, URS Guapa, UFRGS 14, UFRGS 19, Albasul, Barbarasul e Brisasul. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo cada repetição constituída por parcelas com área útil de 3,0 m², com espaçamento entre linhas de 0,20 m, e densidade de 250 sementes viáveis por metro quadrado. Após a colheita, amostras constituídas por 300 grãos maiores que 2 mm foram coletadas em cada parcela de avaliação, e após descascamento manual dos grãos, foram moídas à partículas inferiores à 0,25 mm. Posteriormente, as amostras moídas foram avaliadas em espectroscópio do infravermelho proximal (NIR), marca Perstorp Analytical, modelo 5000, pertencente ao Cepa/UPF, sendo determinado o conteúdo de proteína na cariopse. A curva de calibração para o teor de proteína na cariopse de aveia branca no NIR foi construída pelo Laboratório de Físico-Química do Cepa com o emprego do programa New Infracsoft International Software, pela análise de 100 amostras de aveia branca realizada de acordo com as metodologias propostas pela AOAC (1995) e AACC (1996). As análises foram realizadas em triplicata, e os resultados expressos em g 100 g⁻¹. Os dados foram submetidos à análise de variância com a finalidade de identificar os efeitos simples e da interação em relação ao conteúdo de proteína na cariopse. Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade foram estimados pela metodologia de CRUZ et al. (1989). Foi efetuada a comparação de médias pelo teste Scott-Knott ($p < 0.05$), a fim de analisar o desempenho dos genótipos avaliados com o cultivo para o conjunto de ambientes avaliados. Todos os procedimentos estatísticos foram efetuados com auxílio do programa GENES (CRUZ, 2006).

Através da análise de variância foi possível verificar a existência de efeitos significativos para os fatores principais genótipo (G), ano (A) e local (L) e respectivas interações testadas em relação ao caráter conteúdo de proteína no grão, com exceção apenas da interação G x L, que não revelou significância (Tabela 1). Logo, é possível verificar a existência de variabilidade entre as cultivares de aveia branca em relação ao conteúdo de proteína na cariopse, cujo desempenho é variável ao longo dos diferentes anos e locais testados. Considerando o conjunto dos nove ambientes testados, o conteúdo médio de proteína na cariopse foi de 18,71 g 100 g⁻¹ (Tabela 1), variando de 17,60 e 19,80 g 100 g⁻¹ (Tabela 2). Os maiores desempenhos médios foram apresentados pelas cultivares UPF 18 (19,80 g 100 g⁻¹), UFRGS 14 (19,58 g 100 g⁻¹), UPF 15 (19,44 g 100 g⁻¹), Albasul (19,25 g 100 g⁻¹), e UPFA 22 (19,14 g 100 g⁻¹) (Tabela 2). Visando o melhoramento genético da aveia branca para a composição química de grãos, essas cultivares podem representar importantes fontes de genes que auxiliem no aumento do teor de proteína na cariopse. No entanto, quando se trata da recomendação de cultivares de aveia branca para o cultivo, é importante ressaltar que as cultivares testadas apresentaram desempenho variável quanto à adaptabilidade e estabilidade. As cultivares UPF 18, Albasul e UPFA 22 evidenciaram não ser adaptadas tanto aos ambientes considerados desfavoráveis quanto aos favoráveis, uma vez que foi detectado valores de β_1 igual ou superior a 1,0 e $\beta_1 + \beta_2$ com valores iguais ou menores do que 1,0. Segundo preconizado pelo modelo de CRUZ et al. (1989), $\beta_1 < 1,0$ representa adaptabilidade a ambientes desfavoráveis, e $\beta_1 + \beta_2 > 1,0$ corresponde à capacidade de adaptação a ambientes favoráveis. As cultivares URS 20 e UPFA 15 mostraram ser adaptadas a

ambientes favoráveis, enquanto que a Brisasul, UFRGS 19 e URS 21 evidenciaram adaptabilidade a ambientes desfavoráveis. No entanto, as cultivares Brisasul e UFRGS 19, juntamente com UPF 18 e URS 20, revelaram instabilidade, ou seja, apresentaram desvios da regressão significativos ($\sigma^2_{\delta_i} \neq 0$), indicando um comportamento imprevisível ao longo dos ambientes testados. O menor teor médio de proteína na cariopse foi apresentado pela cultivar URS Guapa (17,60 g 100 g⁻¹), o qual mostrou ser estável perante os ambientes testados. Logo, existe a tendência desta cultivar produzir grãos que apresentam menores teores de proteína, considerando as condições de cultivo consideradas. Ao mesmo tempo, sua adoção como genitor em blocos de cruzamentos pode implicar na doação de genes que não venham a contribuir com o aumento da proteína no grão. O menor índice de ambiente (Ij) foi detectado para o ambiente de Passo Fundo na estação de cultivo de 2007 (-1,44), onde foi observado o menor desempenho médio para o conjunto de cultivares avaliadas (17,27 g 100 g⁻¹). Por outro lado, o maior teor médio de proteína na cariopse foi expresso em Capão do Leão em 2008 (Ij = 2,55; média de 21,26 g 100 g⁻¹). Entre as cultivares de aveia branca avaliadas não foi identificado nenhum genótipo considerado ideal de acordo com o preconizado pelo modelo de CRUZ et al. (1989), ou seja, que apresentasse simultaneamente elevado desempenho médio para o conteúdo de proteína na cariopse (β_0), adaptabilidade a ambientes favoráveis ($\beta_1 + \beta_2 > 1,0$) e desfavoráveis ($\beta_1 < 1,0$), e estabilidade (desvios de regressão iguais a zero; $\sigma^2_{\delta_i} = 0$).

Referências Bibliográficas

- American Association of Cereal Chemists. 1996. **Approved methods**. 9th ed. Saint Paul: AACC.
- Association of Official Analytical Chemistry. 1995. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 16th ed. Arlington: AOAC International, 2v.
- BEBER et al. 2002. Caracterização química de genótipos brasileiros de aveia (*Avena sativa* L.). **Acta Científica Venezuelana**, v.53, p.202-209.
- CBPA – Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia. 2006. **Indicações técnicas para cultura da aveia**. Guarapuava: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária. 82p.
- Cruz, C.D. 2006. **Programa GENES: biometria**. Viçosa: UFV. 382p.
- CRUZ et al. 1989. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva e Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, v.12, p.567-580.
- ZHU et al. 2004. Genetic analysis of quantitative trait loci for groat protein and oil content in oat. **Crop Science**, v.44, p.254-260.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para o caráter conteúdo de proteína na cariopse ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) em cultivares de aveia branca conduzidas nos municípios de Augusto Pestana, Capão do Leão, e Passo Fundo, estado do Rio Grande do Sul, nas safras agrícolas de 2007, 2008 e 2009.

Fonte de Variação	GL	QM - Proteína na cariopse ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$)
Genótipo (G)	14	13,309**
Ano (A)	2	153,029**
Local (L)	2	22,663**
G x A	28	2,177**
G x L	28	0,817 ^{ns}
A x L	4	94,192**
G x A x L	46	2,507**
Bloco	3	2,309
Erro	402	0,917
Média ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$)	-	18,709
CV (%)	-	5,118

GL = Graus de liberdade; QM= Quadrado médio; DP= Desvio padrão; CV= Coeficiente de variação, ** Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade de erro, respectivamente; ns= Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 2. Médias gerais (β_0) para o caráter conteúdo de proteína na cariopse ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$), parâmetros de adaptabilidade (β_1 , $\beta_1+\beta_2$) e estabilidade ($\sigma_{\delta_i}^2$) e índice de ambiente (I_j) de acordo com CRUZ et al. (1989), em cultivares de aveia branca conduzidas em diferentes ambientes.

Cultivar	Conteúdo de proteína na cariopse ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$)						
	β_0	Média (D)	Média (F)	β_1	$\beta_1+\beta_2$	$\sigma_{\delta_i}^2$	R ²
Albasul	19,25 a	18,54	20,68	1,09 ^{ns}	1,38 ^{ns}	1,50 ^{ns}	87,68
Barbarasul	18,48 b	17,71	20,01	1,07 ^{ns}	0,84 ^{ns}	1,01 ^{ns}	89,54
Brisasul	18,71 b	18,18	19,77	0,69*	0,93 ^{ns}	6,70**	39,81
FAPA Louise	18,37 b	17,65	19,81	1,05 ^{ns}	0,64 ^{ns}	1,01 ^{ns}	88,57
UFRGS 14	19,58 a	18,82	21,10	1,13 ^{ns}	0,45 ^{ns}	1,91 ^{ns}	82,09
UFRGS 19	18,34 b	17,87	19,27	0,64*	1,03 ^{ns}	2,17*	66,70
UPF 15	19,44 a	18,62	21,10	1,14 ^{ns}	2,19**	0,16 ^{ns}	99,03
UPF 16	18,36 b	17,42	20,23	1,34*	0,95 ^{ns}	0,44 ^{ns}	96,81
UPF 18	19,80 a	18,85	21,69	1,45**	0,81 ^{ns}	2,76**	84,26
UPFA 20	18,64 b	18,08	19,77	0,80 ^{ns}	1,44 ^{ns}	1,01 ^{ns}	87,97
UPFA 22	19,14 a	18,60	20,23	0,90 ^{ns}	0,53 ^{ns}	1,89 ^{ns}	75,46
URS 20	18,20 b	17,24	20,12	1,34*	1,64*	2,36*	87,07
URS 21	18,35 b	17,82	19,40	0,70*	1,08 ^{ns}	0,41 ^{ns}	92,31
URS 22	18,41 b	17,82	19,59	0,91 ^{ns}	0,17**	1,23 ^{ns}	81,58
URS Guapa	17,60 c	17,02	18,68	0,75 ^{ns}	0,92 ^{ns}	1,34 ^{ns}	78,64

Parâmetros sobre os ambientes

Estação de cultivo	Augusto Pestana-RS		Capão do Leão-RS		Passo Fundo-RS	
	Média	I_j	Média	I_j	Média	I_j
2007	18,33	0,38 (D)	18,26	-0,45 (D)	17,27	-1,44 (D)
2008	18,10	-0,61(D)	21,26	2,55 (F)	19,85	1,14 (F)
2009	18,56	-0,15 (D)	17,58	-1,13 (D)	19,17	0,47 (F)

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de significância; **, * Significativo pelo teste F a 1% e a 5% de probabilidade de erro, respectivamente; ns= não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro; (D) Ambiente desfavorável; (F) Ambiente favorável.